STRANDEN

EN

STRANDVERDEDIGING

DOOR

Dr. L. R. WENTHOLT.

Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr.
Delft. — 1912.

STRANDEN

EN

STRANDVERDEDIGING

DOOR

Dr. L. R. WENTHOLT,

Ingenieur van den Waterstaat.

Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr.

Delft. — 1912.

Aan mijne OUDERS *en*

den Heer A. A. BEKAAR,

Oud-Inspecteur-Generaal v. d. Waterstaat.

Aan U, mijn hoogvereerden voormaligen Chef, A. A. Bekaar, heb ik het uitsluitend te danken, dat ik in staat geweest ben dit geschrift samen te stellen. Gij hebt mijne belangstelling opgewekt in het gewichtige onderwerp, hetwelk het behandelt en zijt mij bij mijne studiën, welke daarmede verband hielden, voortdurend met Uw hooggewaardeerde wenken van dienst geweest. Ik kan mijn toekomstigen collega's niets beters toewenschen, dan bij hun intrede in de praktijk een chef te krijgen, zooals ik in U mocht vinden.

Zal dit geschrift eenige bruikbaarheid blijken te bezitten, dan wil ik dit mede voor een zeer groot deel toeschrijven aan U, Prof. Behrens, mijn hooggeachten Promotor. Bij Uwe drukke bezigheden hebt Gij een schat van tijd weten te vinden, om mijn handschrift van een groot aantal kantteekeningen te voorzien, welke mij zonder uitzondering van het grootste nut zijn geweest.

LITTERATUUR OPGAVE.[1])

(Werken betreffende stranden en strandverdediging in het algemeen).

ABRAHAM CALAND. „Verhandeling over het nut der afgezaagde Palen-Hoofden en de beste wijze van verdediging der Zeeuwsche stranden".

„Handleiding tot de kennis der Dijksbouw en Zeewering-„kunde".

D. J. STORM BUYSING. „Handleiding tot de kennis der Waterbouwkunde" 1ste deel, derde druk, § 839—849 (1864).

RAAD VAN WATERSTAAT. „Verslag aan den Minister van Binnenlandsche Zaken betreffende de oeververdediging in Zeeland" (1862) § 118 — § 122.

M. B. G. HOGERWAARD. Memorie over de verdediging van de Zeeuwsche oevers. (1893) § 39.

„Uitkomst van het onderzoek door de Heeren G. VAN DIESEN, Oud-Hoofdinspecteur van den Waterstaat. Dr. P. P. C. HOEK, wetenschappelijk adviseur in visscherijzaken en Dr. J. LORIÉ, Privaat Docent in de Geologie aan de Rijks Universiteit te Utrecht of de Schelpvisscherij langs de Noordzeekust nadeelig kan zijn voor het weerstandsvermogen van het strand en het behoud der duinen als zeeweering" (1896).

H. BERNELOT MOENS en R. P. J. TUTEIN NOLTHENIUS „Verslag over de waarnemingen in de Noordzee omtrent de stroomen langs de Nederlandsche kust in de jaren 1880—1882".

---

1) De werken en geschriften, betreffende een bepaald deel onzer kust, zijn telkens opgesomd in den aanvang van het hoofdstuk, op dat deel der kust betrekking hebbende.

J. F. W. Conrad. „Beoordeeling van het door Jhr. H. Th. Hora Siccama opgemaakt ontwerp eener Zeehaven te Scheveningen, 1ste Afdeeling" (1884).

Zeemansgids voor de Nederlandsche Kust, uitgegeven door het Departement van Marine, afdeeling hydrographie (1909).

J. W. Welcker. De middelen hier te lande aangewend tot behoud en zoo noodig herwinning van het strand en van de daarlangs grenzende buitenste duinketens. Voordracht gehouden ter gelegenheid van het 6e Natuur- en Geneeskundig Congres. (1897).

INHOUD.

DEEL II.

Algemeene beschouwingen omtrent stranden langs vlakke onderzeesche oevers en hunne verdediging tegen de zee.

Hoofdstuk XVII.

Hoofdstuk XVIII.

Hoofdstuk XIX.

LIJST DER BIJLAGEN.

INLEIDING.

Toen een opdracht, welke ik in het begin van 1909 van den Inspecteur-Generaal van den Rijks Waterstaat A. A. Bekaar ontving — nl. om te onderzoeken welke de redenen zijn van de groote verschillen in samenstelling en daarmede in kosten van de strandhoofden langs de Nederlandsche kust met name in Noord-Holland en Zeeland — mij er toe bracht na te gaan, wat in den loop der jaren over strandhoofden geschreven is, bleek mij hoe buitengewoon weinig dit was, vooral wat betreft werken, waarin een algemeen overzicht over stranden en hunne verdediging is te vinden.

Om mij dan ook een denkbeeld te kunnen vormen van de bestaande toestanden en opgedane ervaring langs onze stranden, zag ik mij verplicht deze te bezoeken. Bij een dergelijk bezoek kunnen de mededeelingen — mits men zorgvuldig het kaf van het koren scheidt — van ter plaatse goed bekende lieden, een onschatbare hoeveelheid gegevens leveren.

Mijn eerste doel is geweest een overzicht van onze stranden te geven, zooals ik dit zelf na deze bezoeken verkregen had, en hoewel ik ervan doordrongen ben, dat het, wanneer men den aanleg van een strandverdediging moet ontwerpen, de voorkeur verdient, zelf een studiereis te maken boven het doorlezen van dit werk, meen ik toch, dat wanneer men de gelegenheid tot het doen van een dergelijke reis mist, het thans aan te bieden overzicht eenig nut kan hebben.

De beschrijving van de Nederlandsche kust is gegeven in het eerste deel van dit werk in de hoofdstukken I, II, IV, V en VII tot XI. Ter wille van het verband zijn een tweetal hoofdstukken ingelascht ten doel hebbende reeds bij deze beschrijving te accentueeren hoe het karakter der strandverdedigingen langs diepe geulen, zooals aan de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen en de Zuidwestkust van Walcheren, geheel verschillend is van de overige bij ons te lande voorkomende (hoofdstuk III) en hoezeer ook de toestanden der *vlakke* stranden benoorden den Hoek van Holland en bezuiden daarvan onderling verschillen, een onderscheid, dat zijn oorzaak, hierin vindt, dat de kust benoorden den Hoek van Holland „schoon" is,

d. w. z. er geen kanten en ondiepten voor liggen — behalve het zeer veranderlijke bankengebied vlak voor de kust — en bezuiden dit punt een zeer breed bankengebied vertoont, waarin wel veranderingen voorkomen, doch waarbij deze zeer geleidelijk plaats hebben (hoofdstuk VI).

Het tweede deel van dit werk (hoofdstukken XII—XIX) bevat meer algemeene beschouwingen, die voor het meerendeel betrekking hebben op de stranden langs onze schoone kusten; met name is dit het geval met de hoofdstukken XIII, XVI, XVIII en XIX, welke in nauw verband met elkander staan en te zamen geven een theorie der strandhoofden en daaruit volgende logische constructie hiervoor. In hoofdstuk XVII wordt behandeld de inscharing achter het laatste eener reeks hoofden, terwijl de hoofdstukken XIV en XV een nader te omschrijven tweeledig doel hebben.

Zij bevatten beschouwingen omtrent de schommelingen in hoogte en omtrent de helling onzer stranden en houden daarom nauw verband met de hoofdstukken XVIII en XIX, waarin het gewenschte lengteprofiel en de dwarsprofielen der hoofden worden behandeld en waaruit blijkt, dat vooral de keuze van het lengteprofiel in hooge mate afhankelijk is van de in de hoofdstukken XIV en XV behandelde factoren. In de tweede plaats moeten laatstgenoemde hoofdstukken beschouwd worden als een staving van het in hoofdstuk VI beweerde, n.l. dat er een groot verschil in karakter bestaat, tusschen het strand *benoorden* en het strand *bezuiden* den Hoek van Holland.

Zooals de titel van het werk aangeeft, strekt het onderzoek zich niet verder uit dan over stranden en strandverdediging en het onderzoek werd bovendien tot ons vaderland beperkt. Ongetwijfeld zou een nauwkeurige studie van de in België en op de Oost-Friesche eilanden voorkomende toestanden en opgedane ervaring van het allergrootste belang zijn; maar de gelegenheid ontbrak deze studie te maken, zoodat de bedoelde stranden thans buiten beschouwing moesten blijven.

Met het behandelde onderwerp houdt nauw verband alles wat betrekking heeft op de verdediging van onze kusten tegen de Noordzee. d. z. behalve de stranden en strandverdediging voornamelijk de duinen, duinvoetsverdedigingen en aan de open zee gelegen dijken. Op laatstgenoemde onderwerpen zal in deze verhandeling niet diep worden ingegaan; de mededeelingen hieromtrent zullen worden beperkt tot hetgeen hier en daar tot behoud van het verband strikt noodzakelijk is.

Deel I.

BESCHRIJVING VAN DE NEDERLANDSCHE KUST, MET DAARAAN VASTGEKNOOPTE BESCHOUWINGEN.

I.

Kustvak van de Belgische grens tot Breskens.[1])

Geraadpleegde bronnen.

Omtrent dit kustvak zijn zeer uitvoerige gegevens te vinden in het werk van den oud-hoofdingenieur van den Provincialen Waterstaat in Zeeland, M. B. G. Hogerwaard „De oeververdediging in Zeeland sedert 1860, 4de stuk." Vele van de onderstaande bijzonderheden zijn aan dit werk ontleend.

Algemeene beschrijving van het kustvak.

Zooals blijkt uit Bijlage 1 staat er langs het beschouwde kustvak op geringen afstand van de laagwaterlijn een groote diepte, veroorzaakt door den hier aanwezigen sterken stroom, welke het gevolg is van het groote tijverschil.

Het verloop van den onderzeeschen oever in een zestal op de situatie aangeduide raaien, tot 300 M. buiten de laagwaterlijn in 1883, is eveneens afgebeeld.

Het kustvak ligt vrij open voor de zware Noordzeegolven en wordt door een sterken stroom aangevallen.

Boven de laagwaterlijn treft men als regel een fraai breed strand aan, beschermd door strandhoofden. Het natte strand [2]) heeft gemiddeld een breedte van 200 M.; het verschil tusschen Hoogwater en Laagwater is te stellen op 3.70 M., waaruit volgt, dat de helling van het natte strand ongeveer 54 : 1 bedraagt.

Boven het natte strand wordt bijna overal een droog strand gevonden en voorts een over het algemeen zeer smalle duinregel of een opgeworpen dijk. Zoowel de dijken als de duinregel hebben veelal een kunstmatig verdedigden voet.

---

[1]) Hierbij bijlage 1 en 2.
[2]) Onder nat strand wordt verstaan het gedeelte van het strand, dat bij gewoon hoogwater onderloopt, en bij gewoon laag water droogvalt. Het strand, dat bij normaal hoogwater droog blijft, heet het droge strand.

Het kustvak werd reeds sinds het begin van de 19de eeuw verdedigd.

Het feit dat het achterliggende land niet door een *breeden* duinregel beschermd wordt in tegenstelling met hetgeen op vele andere plaatsen in Holland en Zeeland het geval is, noopte er reeds een honderdtal jaren geleden toe ter bescherming van de zeewering hoofden op het strand aan te leggen. Men zag toen reeds in, dat een flink strand zeer wenschelijk is voor het behoud van achterliggende duinen en dijken.

Reeds op de hydrografische kaart van 1823 zijn op dit kustvak een groot aantal strandhoofden afgebeeld.

Eenige algemeene beschouwingen omtrent strandverdediging voor steile onderzeesche oevers.

Waar er hier sprake is van diepe geulen op geringen afstand uit de kust, baart het bij een eerste beschouwing wel bevreemding, dat men er toe kwam door een *strandverdediging* het kustvak te beschermen; men is op het eerste gezicht tot het gevoelen geneigd, dat een onderzeesche oeververdediging hier meer op haar plaats ware.

De ondervinding heeft echter geleerd, dat men onder omstandigheden als hier met een strandverdediging boven laagwater toch veel bereiken kan.

Zooals vanzelf spreekt zal de afname van den onderzeeschen oever hierdoor niet worden belet; maar wel geeft de strandverdediging veelal gedurende zekeren tijd, trots de onverminderde afname van den onderzeeschen oever, aanleiding tot strandverhooging, waardoor de duinvoet meerdere bescherming verkrijgt en de achteruitgang hiervan gewoonlijk aanvankelijk wordt gestuit. Ziet men van een onderzeesche verdediging van de koppen der hoofden af, dan zal de langzaam sloopende werking der getijstroomen op den duur de hoofden onherroepelijk in de diepte doen verdwijnen. Als gevolg hiervan zal het strand niet meer beschermd worden en snel afnemen.

Waar men langs dit kustvak de groote diepten zeer dicht onder den wal aantreft, zal men er niet in slagen de laagwaterlijn door een verdediging met hoofden veel naar buiten te brengen. Ieder verlies van strand door opdringen van de geul naar binnen, is door kunstmatige hulpmiddelen moeilijk weder terug te winnen.

Men kan daarom de strandverdediging, zooals zij wordt toegepast in Zeeuwsch-Vlaanderen, beschouwen als iets, waarmede men het afnemen van het strand aanvankelijk veel vermindert, doch op den duur niet kan tegenhouden.

Na verloop van tijd, wanneer de stroomaanval blijft voortduren en de laagwaterlijn steeds meer terug gaat, zal dit laatste ten slotte toch ten gevolge hebben, dat het strand verlaagt en dat dus behalve de laagwaterlijn ook de hoogwaterlijn en duinvoet achteruitgaan. In dezen toestand verkeert in het algemeen thans het in dit hoofdstuk

behandelde kustvak waarlangs een achteruitgang van het strand, vooral van de laagwaterlijn, valt waar te nemen.[1])

Het zich naar buiten verplaatsen van de geulen in zee zou echter een veel verbeterenden toestand van het strand in het leven kunnen roepen.

De Hoofd-Ingenieur Hogerwaard merkt op bl. 45 van zijn bovengenoemd werk dan ook op:

„De toestand is in het algemeen zeer merkbaar veranderd en laat „zich voor de toekomst niet gunstig aanzien. Wat is toch de zaak? „Het flauwe beloop van eertijds maakte, dat men bij de verdediging „van deze kust in hoofdzaak heeft kunnen volstaan met strandver„dediging en de kunstmatige verdediging der zeewering. Aan deze „werken zijn groote kosten besteed en in het algemeen kan daarvan „gezegd worden, dat zij in zeer voldoenden staat verkeeren. In het „oog echter moet vallen, hoe bij voortgaande inscharing van den „stroom de diepte voor de koppen der hoofden moet komen en hoe „dan de koppen zullen wegzakken."

Onderzeesche oeververdediging te Nieuwesluis.

Alhoewel zooals reeds werd medegedeeld, over het algemeen op het besproken kustvak geen onderzeesche oeververdedigingen werden aangetroffen, heeft men bij Nieuwesluis een sterk onderzeesch verdedigd vast punt.

Opmerking verdient ook het feit, dat voor de koppen der hoofden, om deze te kunnen behouden, reeds veelvuldig gestort geworden is. (Zie bijlage 2).

Onderlinge afstand der hoofden.

Over het algemeen liggen op het besproken kustvak de hoofden dicht bij elkander en wel op een afstand van minder dan 1 maal de lengte.

Bij het waterschap Tienhonderd en Zwarte heeft men omstreeks 1845 de hoofden om het andere verlengd en de overige hoofden werden verwaarloosd. Later bleek echter, dat de hierdoor verkregen nieuwe onderlinge afstand der hoofden (die dus het dubbele bedroeg van de oorspronkelijke) te groot was en in verband hiermede werden na 1865 de verlaten hoofden weder in goeden staat gebracht.

Er bleek dus, dat voor dit kustvak een afstand der hoofden van ongeveer 2 maal de lengte te groot is.

Over de Zeeuwsche opvatting, dat een strandhoofd slechts tot de laagwaterlijn reikt.

Evenals dit bijna overal in Zeeland het geval is, reiken ook hier de hoofden niet verder dan de laagwaterlijn. Waar hier dan ook dadelijk buiten deze lijn een groote diepte aanwezig is, zoude het financieel niet wel mogelijk zijn, hoofden verder in zee uit te brengen.

---

[1]) Op het hier behandelde wordt in hoofdstuk III uitvoerig teruggekomen. Hier wordt echter alvast met enkele woorden de aandacht op dit punt gevestigd.

Op vele andere plaatsen in deze provincie doet zich hetzelfde geval voor. Waarschijnlijk omdat het nu op zoovele plaatsen onmogelijk is om hoofden noemenswaard buiten de laagwaterlijn in zee uit te bouwen, vindt men in Zeeland veel de meening verspreid, dat een hoofd nooit verder dan tot deze lijn behoort doorgetrokken te worden.

Zoo merkt de Hoofd-Ingenieur Hogerwaard op (zie blz. 58 van zijne „Memorie over de Verdediging van de Zeeuwsche oevers"):

„In hoofdzaak bestaat het middel, dat men aanwendt om de verlaging van stranden tegen te gaan in het maken van afstand tot „afstand van lage, weinig boven het strand verheven hoofden, rei„kende van de laagwaterlijn tot den teen der zeewering."

Aangezien de Hoofd-Ingenieur Hogerwaard het oog heeft op Zeeuwsche toestanden, is deze bewering volkomen juist; ik haal haar echter aan om aan te toonen, hoe het in Zeeland wel *vooropgesteld* wordt, dat strandhoofden slechts reiken tot de laagwaterlijn.

Evenzoo vindt men in het „Verslag aan den Minister van Binnenlandsche Zaken betreffende oeververdediging in Zeeland", uitgebracht door den Raad van Waterstaat, benoemd bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken van den 9en Juni 1860 N⁰. 143 3e Afd., op blz. 100, dat men voor strandverdediging „haaks op de oeverlijn „dammen moet maken, die volgens de helling van het strand of van „gemiddeld 40 maal de hoogte in aanleg afdalen en van de laag„waterlijn tot stormvloedshoogte doorloopen".

Hoogte van de hoofden aan het worteleinde.

De Raad van Waterstaat schrijft verder voor, dat de dammen aan het landeinde de hoogte moeten verkrijgen van de hoogste stormvloeden.

Volgens hem kunnen zij daarom niet achterloopsch worden en is het voldoende de hoofden slechts 2 à 3 M. in het duin of den zanddijk door te trekken, zonder daarbij verdere voorzieningen aan te brengen.

In werkelijkheid reiken de hoofden aan het landeinde niet zoo hoog, dat zij aan dit voorschrift voldoen. Het hoofd, dat op bijlage 2 in fig. 1 is afgebeeld, toont een hoogte aan het worteleinde van 1.50 M. boven gewoon hoogwater. Loopen de hoofden tot in den duinvoet door, hetgeen niet altijd het geval is in Zeeuwsch-Vlaanderen, dan geschiedt dit over een lengte van 3—5 M., terwijl het einde schuin af wordt gewerkt en met een staakrij wordt afgesloten. Op deze wijze bewerkte hoofden, alhoewel ze niet tot boven den stormvloed reiken, worden zeer zelden achterloopsch.

Constructie der hoofden.

Wat nu de eigenlijke constructie der hoofden betreft zij opgemerkt, dat men ze vroeger hooger boven het strand uitstekende vervaardigde, dan dit tegenwoordig het geval is. Men maakte ze toen van zand, gedekt met een kleilaag. Dit geheel werd verdedigd met krammat en rijsbeslag met tuinen, bezet met rijen steen.

Deze hooge hoofden gaven veelal aanleiding tot ontgronding er naast, veroorzaakt door de overstortende golven. Op deze wijze en wellicht ook door een algemeene vermagering van het strand kwamen de hoofden steeds hooger te liggen. Zij moesten steeds worden verbreed om behoorlijke aansluiting met het strand te behouden.

Men treft volgens den Hoofd-Ingenieur Hogerwaard op sommige stranden hoofden aan van 18 M. en meer breedte, die aanvankelijk wellicht op niet meer dan 6 à 8 M. breedte werden aangelegd. Een merkwaardig voorbeeld van een dergelijk hoofd is op bijlage 2 fig. 1—4 afgebeeld.

Zoo ergens, dan vindt men in Zeeuwsch-Vlaanderen zeer uiteenloopende opvattingen omtrent de doelmatigste constructie van strandhoofden. Bij een bezoek ter plaatse had ik met de waterbouwkundige ambtenaren van verscheidene polders een onderhoud. In het kort kan het volgende hieromtrent worden opgeteekend:

Klei wordt nog veelal daar verwerkt, waar het gemakkelijk te verkrijgen is. De klei wordt gewoonlijk per schip aangevoerd en van nabijgelegen schorren gegraven. Tot afdekking van het zandprofiel leent zich de klei bijzonder goed.

Tot voor korten tijd werd naast de bovenbedoelde constructie dikwijls eene toegepast, waarbij rijshout een hoofdbestanddeel van het hoofd vormt. Opmerking verdient hierbij, dat de constructie met rijshout dikwijls daar werd gebezigd, waar klei zeer goed te verkrijgen was. De constructie met klei en die met rijshout werden dus, afhankelijk van het inzicht van de deskundigen der verschillende waterschappen naast elkander gebruikt. Daar waar klei niet te bekomen was, was het gebruik hiervan natuurlijk uitgesloten.

Aan de toepassing van rijshout zijn weinig nadeelen verbonden, waar het strand in gunstige conditie verkeert, zoodat de openingen tusschen het rijs met zand worden aangevuld. Wanneer dit niet het geval is, heeft men veel last ervan, dat het hoofd verzakt, wanneer het rijs verrot. Nieuw rijs moet dan worden aangebracht en de geheele steenglooiing worden herzet.

Er bestaat in Zeeuwsch-Vlaanderen een sterke neiging om het rijs te vervangen door puin. Het waterschap Oud en Jong Breskens maakt de hoofden thans aldus:

Men graaft zooveel in, dat de berm later in de ingraving plaats kan vinden, en het zand, dat daaruit komt, wordt gebruikt om het hoofd in het midden de vereischte tonrondte te geven. Het zandprofiel wordt bedekt met 5 cM. bladriet en daarboven komen 2 platte lagen puin en hierop een stortsel puin, zoodat vleilagen en stortsel te zamen een dikte van 15 cM. verkrijgen. De afdekking geschiedt met basalt, Doorniksche, Vilvoordsche of Lessinesche steen.

Hoofden, volgens het profiel, voorgeschreven door den Hoofd-Ingenieur Hogerwaard.

Bij genoemd waterschap volgt men voor den vorm van het dwarsprofiel der strandhoofden ongeveer de voorschriften, gegeven door den Hoofd-Ingenieur Hogerwaard, die op het volgende neerkomen:

Het bovenoppervlak, dat op de kruin cirkelvormig blijft, moet hol- of ojiefvormig overgaan in een geheel waterpas gedeelte aan de kanten *gelijk* met het strand ingekast. Een zoodanig profiel is in fig. 5 op bijlage 2 afgebeeld.

In omstandigheden, die grooter hoogte boven het strand vereischen, zooals bij plaatselijke laagten door ongelijkmatige afneming der buitengronden, geschuurde geultjes enz. wordt geheel ditzelfde profiel aanbevolen, wanneer steeds gezorgd wordt, dat de breedte-afmetingen in dezelfde verhouding blijven tot de hoogte boven het strand, en dus dezelfde hellingen en geleidelijke overgangen blijven bestaan.

Op den vorm der hoofden, zooals die hier beschreven wordt, is niets af te dingen, zoolang de toestand werkelijk is, zooals hij op de teekening wordt aangegeven. Bij een afnemend strand echter is men genoodzaakt naast het hoofd bermen aan te brengen om uitzakken van het hoofd tegen te gaan. Er is dan geen sprake meer van, dat er een geleidelijke overgang van het hoofd naar het strand bestaat; de voordeelen van den ojiefvorm zijn verloren.

Schommelingen in hoogte van het strand in korten tijd.

Een zeer belangrijke factor, waarmede niet altijd genoeg rekening gehouden wordt bij het beoordeelen van de constructie van strandhoofden, is: de schommeling van de hoogte van het strand in een kort tijdsverloop. Deze is in Zeeuwsch-Vlaanderen niet groot, doch op andere plaatsen in ons land bedraagt zij dikwijls vrij veel (hierop wordt in hoofdstuk XIV uitvoerig teruggekomen); waar dit het geval is, is het voordeel van den ojiefvorm ook zeer gering, daar hij slechts bij een bepaalde strandhoogte tot zijn recht komt.

Dat met staakrijen in Zeeuwsch-Vlaanderen volstaan kan worden om het hoofd aan de zijden af te sluiten, wijst ook op een zeer gelijkmatigen toestand van het strand. De afsluiting moet er feitelijk voor dienen het hoofd bij elkaar te houden, wanneer de toestand van het strand naast het hoofd slecht is. Aan de kust van den vasten wal van Holland zijn vaak perkoenpalen nog onvoldoende voor dit doel gebleken.

Hoofden met paalrijen: constructie.

De Zeeuwsche hoofden zijn veelal voorzien van één of twee (een enkele maal meer) paalrijen, geslagen evenwijdig aan of in de aslijn van het hoofd. Deze rijen zijn samengesteld uit palen lang 3 à 4 M., waarvan de helft boven het eigenlijke lichaam van het hoofd uitsteekt.

De palen hebben veelal $\pm$ 20 cM. middellijn en worden op een zoodanigen afstand van elkander ingeheid, dat de tusschenopening even groot is als de dikte van den paal.

Het hoofddoel van deze paalrijen is den over het strand trekken-

den stroom te verminderen. Voorts werken zij, wanneer de golven niet juist loodrecht op de kust staan, als golfbreker.

In Zeeuwsch-Vlaanderen evenals op Walcheren voldoen deze paalrijen goed. Behalve op deze twee eilanden worden ze bij ons te lande weinig toegepast. In Delfland komen zij op enkele hoofden voor.

Paalhoofden, zooals die in den aanvang der 19e eeuw werden geconstrueerd.

Indertijd waren op vele strandvakken hoog uitstekende paalhoofden aanwezig; zoo vond men o.a. op het Walchersche strand hoofden van 10—12 voet en meer hoogte.

Zij bestonden uit twee of drie rijen in het strand tegen elkander geheide palen, door gordingen en kespen tot een sterk geheel verbonden. De ruimte binnen de paalrijen was bovendien nog tot zekere hoogte met rijshout en steen opgevuld. Dat deze hoofden niet voldeden, behoeft ons nauwelijks te verwonderen. Want de steile wanden, die er door gevormd werden, veroorzaakten sterke botsingen van de golven, het opslaan en weder neervallen van het water en het uitdiepen daardoor van het strand langs het hoofd.

Zooals in de „Verhandeling over het nut der afgezaagde palen hoofden en de beste wijze van verdediging der Zeeuwsche stranden" door Abraham Caland te lezen valt, werden 7 paalhoofden op het Noorderstrand van het eiland Schouwen in 1815 en de 17 paalhoofden op het Noorderstrand van Walcheren in de jaren 1808—1813 afgezaagd. Hij beval ten sterkste aan met het afzagen der paalhoofden voort te gaan en na het verschijnen der verhandeling in 1818 is deze raad op vele plaatsen opgevolgd.

De invloed van deze verhandeling van A. Caland is zoo groot geweest, dat er wel tegenstanders van de tegenwoordige paalhoofden, d. w. z. hoofden met één of meer *open* paalrijen aangetroffen worden, die hun gemis aan vertrouwen in deze hoofden er op gronden, dat men reeds in den aanvang van de 19de eeuw van de slechte eigenschappen der paalhoofden overtuigd geweest zou zijn en in verband daarmede de palen zou hebben afgezaagd.

Zij, die deze meening zijn toegedaan vergeten echter, dat de tegenwoordige en vroegere paalhoofden niet veel meer dan den naam gemeen hebben.

Veeleer is aan te nemen, dat de tegenwoordige hoofden in den trant, zooals die zijn afgebeeld op fig. 5 van bijlage 2 uitstekende eigenschappen bezitten.

Nadere beschouwingen omtrent de tegenwoordige hoofden met palen.

De Hoofd-Ingenieur Hogerwaard komt in zijn reeds meer genoemd standaardwerk tot de overtuiging, dat op de kust van het Zwin tot Breskens de open paalrijen op lage strandhoofden gunstig hebben gewerkt; dat althans van eene ongunstige werking op het strand niets is gebleken.

Op Walcheren is de werkwijze dikwijls zoo, dat men aanvangt

een laag strandhoofd aan te leggen zonder palen. Zoo noodig worden die dan later aangebracht.

Men is daar zoo overtuigd van de goede werking der palen, dat men het als vanzelfsprekend vindt, dat wanneer de hoofden zonder palen niet voldoende blijken, er door het inslaan van palen een veel betere toestand verkregen wordt.

Den palen wordt nog wel de slechte eigenschap toegeschreven. dat ze steenglooiingen loswoelen en dus ook de steenbedekking van het strandhoofd. Het kan zeer noodlottig zijn, wanneer een bres komt in een steenglooiing op een dijk. Daarom komt men er steeds meer van terug uitstekende palen, dienstdoende als golfbreker op dijken. in steenglooiingen aan te brengen.

Bij een strandhoofd is het echter een geheel andere kwestie. Een gat in de steenbedekking kan tot onkosten aanleiding geven, direct gevaar kan er nooit door ontstaan. Bovendien zijn, zooals nader uiteengezet zal worden (zie hoofdstuk III) bij dergelijke paalhoofden de palen de hoofdzaak en is het eigenlijke met steen bedekte hoofd te beschouwen als een berm. die dient om het strand vlak bij de paalrij tegen ontgronding te beschermen.

Het reeds meer vermelde dwarsprofiel, afgebeeld in fig. 5 van bijl. 2 stelt een zeer goede constructie voor. De paalrij doet feitelijk het werk; zij vermindert den stroom over het strand en bevordert bovendien de aanzanding. doordat van elders medegevoerd zand, nu op het strand, dank zij den veel verminderden stroom, kan bezinken.

Zeer sterke neeren en stroomingen zullen langs deze paalrijen niet ontstaan, daar de palen een flink eind van elkaar verwijderd zijn. Voor zoover zij er echter zijn mochten, wordt de slechte invloed ervan en ook van de terugvallende en overstortende golven onschadelijk gemaakt door de eigenlijke met steen bedekte hoofden, die als plasbermen naast de paalrijen zijn te beschouwen.

Hoe dit ook zij, een feit is het, dat op Walcheren en in Zeeuwsch-Vlaanderen de hoofden met paalrijen een zeer goede uitwerking hebben.

Al of niet doorloopen van de paalrijen tot den duinvoet.

Een kwestie, waarover de verschillende door mij geraadpleegde waterbouwkundige ambtenaren het in 't geheel niet eens waren, is, of men de paalrijen moet laten doorloopen tot in den duinvoet, of dat men ze een twintigtal meters daarvoor moet laten ophouden.

In de polders „Oud en Jong Breskens" en „Groede en Baanst" liet men de paalrijen doorloopen. Men was daar van gevoelen, dat er anders achter de palen een uitkolking komt in het duin. Bovendien bevorderen de palen boven de hoogwaterlijn de aanzanding. In „Groede en Baanst" was de wenschelijkheid van het laten doorloopen der palen proefondervindelijk bewezen.

Elders echter hield men met de palen een twintigtal meters vóór den duinvoet op.

De theorie van de voorstanders dezer laatste werkwijze kan in weinig woorden aldus worden weergegeven. Het water baant zich bij stormvloed toch een weg achter de paalrij langs, dus: geef het de ruimte, anders schuurt het den duinvoet weg.

Na mijn bezoek ter plaatse en de besprekingen met de verschillende waterbouwkundige ambtenaren, ben ik er toe gekomen verre de voorkeur te geven aan het laten doorloopen der palen tot in den duinvoet.

De paalrijen veroorzaken in de hoeken bij den duinvoet zeer sterke aanzanding. Al dit zand is een waarborg tegen het achterloopsch worden der hoofden.

Kosten van de tegenwoordige hoofden met paalrijen.

De kosten per M.[1] van een hoofd zooals dat wordt voorgesteld in fig. 5 van bijlage 2, kan geschat worden te bedragen met inbegrip van de paalrij ƒ 54.

Een hoofd van 200 M. lengte zou, wanneer men nog ƒ 1000 extra in rekening brengt voor voorzieningen aan den kop, kosten ongeveer ƒ 12000.

Materialen; hout en steen.

Hieronder zullen nog eenige korte aanteekeningen worden gegeven over de materialen, die aan de hoofden verwerkt worden.

De palen in de paalrijen zijn van eiken of dennenhout. Aan dennenhouten palen wordt wel de voorkeur gegeven, omdat deze minder puntig toeloopen dan die van eikenhout. Dit puntig toeloopen der eiken palen zou wel tengevolge hebben, dat ze geleidelijk naar boven gewigd worden.

Dennenpalen worden altijd zwaar gecreosoteerd.

De hoofden worden gewoonlijk afgedekt door basalt, Doorniksche steen, Vilvoordsche steen of Lessinesche steen.

Van al deze steensoorten verdient basalt zeker de voorkeur uit een technisch oogpunt; als bezwaar kan alleen genoemd worden, dat basalt in Zeeland vrij duur is, vooral in vergelijking met de Doorniksche steen, die aldaar door de weinige vervoerkosten goedkoop geleverd kan worden.

Basalt paart aan deugdelijkheid van het materiaal de eigenschap, dat het een geschikten vorm bezit om er glooiingen van te maken.

Doorniksche steen heeft beneden het peil van halftij deze zelfde goede eigenschappen als basalt, doch boven dat peil wordt het spoedig schilferig en wordt aangetast door de zon. Opmerking verdient echter nog, dat ik verscheidene stukken Doorniksche steen aantrof, waarin kleine gaatjes voorkwamen met den diameter van een speldenknop. Deze gaatjes zijn toe te schrijven aan de boorspons, een diertje,

dat ook de hardsteen sterk aantast en eerst in de latere jaren ontdekt werd.

Lessinesche steen is zeer hard en duurzaam, maar wordt in onregelmatige stukken geleverd, zoodat het zeer moeielijk is er behoorlijke glooiingen van te maken.

Vilvoordsche steen is zacht en weinig duurzaam, terwijl ook de vorm, alhoewel beter dan die van de Lessinesche steen, veel te wenschen overlaat.

II.

De Noordzeekust van Walcheren.[1])

Geraadpleegde bronnen.

De kust van Walcheren is uitvoerig beschreven door den Oud-Hoofd-Ingenieur van den Provincialen Waterstaat in Zeeland M. B. G. Hogerwaard in „De oeververdediging in Zeeland sedert 1860, 7e stuk"; voorts zijn vele belangrijke bijzonderheden te vinden van de hand van den Oud-Ingenieur van den polder Walcheren L. van Krimpen in de „Technische mededeelingen als inleiding tot het bezoek aan Zeeland van 18—20 Augustus 1904". (Zie Ingenieur 1904, blz. 568).

Algemeene beschrijving van het kustvak.

Het thans te behandelen vak van de Noordzeekust is te onderscheiden in drie deelen:

1. dat van het voormalige fort de Nolle bij Vlissingen tot den Westkapelschen dijk;
2. den Westkapelschen dijk;
3. dat van den Westkapelschen dijk tot de noordpunt van het eiland Walcheren.

1. Zooals blijkt uit de situatie, die met behulp van de hydrografische kaart van het Zeegat van Vlissingen van 1896 is samengesteld en als bijlage 3 bij deze Verhandeling is gevoegd, komt langs de Zuidwestkust van het eiland Walcheren dicht onder den wal een groote diepte voor, gevormd door een geul, die achtereenvolgens den naam draagt van Sardijngeul, Galgeput en Oostgat.

In een zestal raaien is het verloop van den onderzeeschen oever tot hoogstens 300 M. buiten de laagwaterlijn afgebeeld, op de situatie is de ligging dezer raaien aangegeven.

Verscheidene banken dicht voor de kust, zooals de Elleboog, het Bankje van Zoutelande en de Rassen geven het strand zeer merkbare bescherming tegen de zware Noordzeegolven.

---

[1]) Hierbij bijlagen 3, 4, 5 en A.

Boven de laagwaterlijn treft men als regel een fraai breed strand aan, gedeeltelijk beschermd door hoofden. Waar de duinregel tamelijk breed en aan eenigen achteruitgang van den duinvoet geen direct gevaar verbonden is, liet men de strandverdediging nog achterwege. Het strand heeft een breedte van 150 à 175 M. en staat onder een helling van 40 à 50 op 1.

Achter het droge strand ligt een duinreeks, die van het zuiden af gerekend aanvankelijk smal is en het karakter draagt van een dijk.

Meer naar het noordwesten bereikt deze de vrij groote breedte van 400 M. Voorbij Zoutelande en vooral vlak voor dit dorp is het duin echter weer bijzonder smal en bestaat uit slechts één enkelen regel. Over den eersten K.M. van het fort de Nolle af en voor het dorp Zoutelande is de voet van de zeewering kunstmatig verdedigd. (zie ook bijlage 5)-

2. De Westkapelsche dijk is een schaardijk, waarbij groote diepten dicht bij den teen des dijks voorkomen.

Een bij laagwater droogvallend strand is over het algemeen niet aanwezig. Van strandverdediging is hier geen sprake; we kunnen dit kustvak dan ook verder onbesproken laten.

3. Het gedeelte van den Westkapelschen dijk tot de noordoostpunt van het eiland Walcheren.

Zooals blijkt uit de situatie, die met behulp van de hydrographische kaart van de Zeegaten van Brouwershaven en Zierikzee van 1901 is samengesteld (bijlage 4), komen groote diepten dicht onder den wal niet voor. Van een machtige stroomgeul langs de kust is hier geen sprake.

Het verloop van den onderzeeschen oever is in een vijftal raaien afgebeeld tot 250 of 300 M. buiten de laagwaterlijn; op de situatie is de ligging dier raaien aangegeven.

Het kustvak ligt minder beschermd voor de zware Noordzeegolven; toch komen ook hier nog in zee banken voor, die beschutting bieden.

De duinrij is van den Westkapelschen dijk tot Domburg en vooral ter plaatse van dit dorp slechts smal, hier en daar bedraagt de breedte niet meer dan 50 M.; echter liggen op de meeste plaatsen achter de duinen hooge terreinen, eenige Meters boven gewoon hoogwater gelegen.

Voorbij Domburg neemt de duinbreedte aanzienlijk toe.

Voor Domburg is de duinvoet plaatselijk kunstmatig verdedigd.

Eenige nadere beschouwingen omtrent de Zuidwestkust.

Omtrent het kustvak van het fort de Nolle tot den Westkapelschen dijk valt in hoofdtrekken hetzelfde op te merken als hetgeen op bl. 2 en 3 is medegedeeld over het vak van de Belgische grens tot Breskens.

Geregeld komt de diepte dichter onder den wal, zoodat het te verwachten is, dat men op een gegeven oogenblik zal moeten over-

gaan tot onderzeesche verdediging van het kustvak, waarbij dan wellicht volstaan zal kunnen worden met zware bezinkingen voor en naast de koppen der hoofden. De goede ondervinding, daarmede opgedaan in Schouwen en Goedereede geeft tot deze veronderstelling aanleiding (vergelijk hiermede bl. 35 en bl. 43).

Hier is ook zeer duidelijk na te gaan hoeveel men onder deze omstandigheden bereikt door een flinke strandverdediging boven laag water. Het is goed waarneembaar, hoe men het strand vasthoudt of verhoogt in weerwil van het naderen der dieptelijnen en hoe als gevolg hiervan het onderzeesch beloop steiler gaat staan langs verdedigde dan langs onverdedigde stranden.

Een en ander kan aan de volgende voorbeelden toegelicht worden.

Het strandvak ten noordwesten van het voormalige fort de Nolle.

Op bijlage 5, fig. 1 is afgebeeld in dunne lijnen de toestand van een gedeelte strand, gelegen ten noordwesten van het badhuis te Vlissingen in 1865. Omstreeks 1860 werd er tusschen paal 4 en paal 20 een strandverdediging aangebracht van rijzen hoofden zonder palen. Het geheele kustvak verliep in dien tijd van het fort de Nolle af vrij regelmatig. Op het gedeelte ten zuidoosten van paal 4 werd de strandverdediging achterwege gelaten.

In dikkere lijnen is de toestand weergegeven, zooals hij kan worden geschetst met behulp van de strandmetingen en peilingen in 1909. Een sterke achteruitgang van de laagwaterlijn op het onverdedigde kustvak is op te merken. Niet alleen heeft men hier te doen met een achteruitgang tengevolge van het onverdedigd zijn van het strand, maar waarschijnlijk werkte ook tot dien achteruitgang mede de inscharende invloed, die steeds gevoeld wordt achter het laatste van een reeks hoofden. De dieptelijn van 5 M. onder laagwater gedeeltelijk in 1909 en gedeeltelijk in 1907 is eveneens geteekend. Door meting blijkt duidelijk, dat de afstand van de laagwaterlijn tot de lijn van 5 M. onder laagwater het grootst is, daar, waar geen strandverdediging is, een meer voorkomend verschijnsel, waarop in hoofdstuk III wordt teruggekomen. Een gevolg van het feit, dat men het vak van paal 0 tot paal 4 onverdedigd liet, was dat men het duin over de geheele lengte moest voorzien van een zware steenglooiing, terwijl men daar, waar behoorlijke strandverdediging is, nu nog met een eenvoudig pakwerk voor den duinvoet of een onverdedigden duinvoet kan volstaan.

De hoofden van af hoofd 4 werden in de laatste jaren voor een groot gedeelte voorzien van twee paalrijen. De uitstekende uitwerking hiervan is volgens den Opzichter van den polder J. P. Blok duidelijk gebleken. Een sterke strand*verhooging* had plaats, nadat de palen geslagen waren; van een noemenswaardig vooruitkomen van de laagwaterlijn kan echter moeilijk sprake zijn, met het oog op de

groote diepte vlak voor de kust De gunstige werking doet zich het sterkst gevoelen dadelijk na het aanbrengen van de palen. Zooals uit bijlage 5, fig. 1 blijkt, is op dit oogenblik hoofd 6 nog niet van palen voorzien. Bij een bezoek ter plaatse bleek mij duidelijk, dat de toestand van het strand daar slechter was dan tusschen de hoofden met palen.

Opmerking verdient, dat de helling van het strand tusschen de hoofden het geringst is dicht bij de hoogwaterlijn; meer naar de laagwaterlijn toe is de helling steiler, een verschijnsel, dat zeer goed is te rijmen met de groote diepte voor het strand in zee en vooral met het reeds medegedeelde, dat het gevolg van de strandverdediging is een aanzienlijke verhooging van het strand, zonder dat de laagwaterlijn veel naar buiten gaat.

De breedte van een onverdedigd strand is grooter dan van een verdedigd strand voor een steile kust.

Wanneer men de breedte van het natte strand van de Westwatering van Walcheren op verschillende punten nagaat, dan blijkt dat deze grooter is, daar waar geen strandhoofden met paalrijen liggen, dan waar dit wel het geval is.

Op het, door hoofden met palen, verdedigde gedeelte bedroeg in 1909 de breedte van het natte strand:

bij strandpaal	8	. . . .	130 M.
„ „	10	. . . .	120 „
„ „	12	. . . .	120 „
„ „	14	. . . .	120 „
„ „	16	. . . .	125 „
„ „	18	. . . .	110 „

gemiddeld 120 M.

en op het onverdedigde of door hoofden zonder palen beschermde gedeelte

bij strandpaal	20	. . . .	140 M.
„ „	22	. . . .	150 „
„ „	24	. . . .	140 „
„ „	26	. . . .	155 „
„ „	28	. . . .	150 „
„ „	30	. . . .	160 „
„ „	32	. . . .	160 „
„ „	34	. . . .	150 „
„ „	36	. . . .	160 „
„ „	38	. . . .	160 „
„ „	40	. . . .	140 „
„ „	42	. . . .	140 „
„ „	44	. . . .	150 „
„ „	46	. . . .	145 „
„ „	48	. . . .	145 „

bij strandpaal 50	. . . .	130 M.
„ „ 52	. . .	140 „
„ „ 54	. . . .	135 „
„ „ 56	. . . .	135 „
„ „ 58	. . . .	125 „
„ „ 60	. . . .	120 „

gemiddeld 145 M.

In 1894 werden bezuiden het dorp Zoutelande een 4-tal strandhoofden aangelegd (zie blz. 16).

Op dit thans verdedigde kustvak was de gemiddelde breedte van het natte strand in de jaren 1882 en 1890 (dus voordat de verdediging werd aangebracht)

bij strandpaal 0	. . . .	180 M.
„ „ 2	. . . .	180 „
„ „ 4	. . . .	215 „

en in 1909 waren deze cijfers achtereenvolgens

bij strandpaal 0	. . . .	120 M.
„ „ 2	. . . .	135 „
„ „ 4	. . . .	130 „

Ook dit feit wijst op een versmalling van het natte strand door den aanleg van hoofden.

Schijnbaar in tegenspraak hiermee is de zeer geringe breedte van het onverdedigde strand vlak benoorden het fort de Nolle, maar hier wordt de duinvoet kunstmatig verdedigd en dus op zijn plaats gehouden en daarom moet wel bij een achteruitgang van de laagwaterlijn het strand vervallen.

Veilig mag worden beweerd, dat onder omstandigheden, zooals die zich hier en ook elders in Zeeland voordoen, *de hoofden met palen geen invloed op de ligging der laagwaterlijn uitoefenen, het natte en droge strand verhoogen en dus de hoogwaterlijn naar buiten dringen en als gevolg van een en ander de breedte van het natte strand verminderen.*

Het kustvak nabij Zoutelande.

Op bijlage 5 fig. 2 is de situatie van duinen en strand bij het dorp Zoutelande in 1899 aangegeven, terwijl tevens zijn geteekend de duinvoet en de laagwaterlijn in 1909.

Duidelijk springt in het oog, dat de *binnen*duinvoet bij het dorp Zoutelande een zeewaarts gebogen bocht vormt, die zeer geprononceerd is. In deze bocht is het dorp Zoutelande gebouwd.

Was het buitenbeloop voor Zoutelande evenveel afgeslagen als elders en zou het dus een rechte strekking, b.v. van het worteleinde van hoofd 4 tot het worteleinde van hoofd 12 hebben, dan ware bij het dorp van het geheele duin niets overgebleven en Zoutelande en geheel Walcheren zouden zijn overstroomd.

Om dit te voorkomen, moest men reeds sinds geruimen tijd het

strand en het duin hier ter plaatse kunstmatig verdedigen, terwijl dit elders nog niet gebeurde. Vandaar, dat thans de kustlijn hier over een aanzienlijk eind naar buiten uitspringt. Merkwaardig is ook hier (we zullen o. a. gelegenheid hebben bij de behandeling van de strandverdediging aan de Oude Hoeve op een dergelijk verschijnsel te wijzen) dat terwijl de strandverdediging zich wel nooit buiten de laagwaterlijn heeft uitgestrekt, de lijn van 5 M. diepte den kunstmatig verkregen uitbouw van den duinvoet (hier steenglooiing) en daardoor ook van de laagwaterlijn volgt. De lijn van 15 M. echter stoort er zich niet aan.

Toen het kunstmatig verdedigde duin voor Zoutelande steeds meer ging uitsteken, besloot men in 1894 een strandverdediging bezuiden de steenglooiing te maken, die ten doel had de inscharing, die, gelijk elders naast bevestigde punten, ook hier plaats had, op te heffen. Op den blijvenden achteruitgang na den aanleg dier hoofden van de laagwaterlijn, terwijl de duinvoet vooruitkwam, werd op bl. 15 reeds gewezen; hier is echter de bedoeling er den nadruk op te leggen hoe men er in slaagde binnen vrij korten tijd, dank zij deze verdediging, den duinvoet aanzienlijk naar voren te brengen, waardoor het uitsteken van het verdedigde duin voor Zoutelande reeds veel geringer is geworden en er voorloopig van doortrekken der steenglooiing zuidwaarts geen sprake behoeft te zijn.

Bij een bezoek ter plaatse sprong bijzonder in het oog hoe aanzienlijk die aanwinst van den duinvoet was. Een geheel nieuw jong duin met versche helm begroeid, vertoonde er zich.

Aangezien de toestand hier eenigszins doet denken aan die aan de zuidzijde van de Hondsbossche zeewering, waar waarschijnlijk ook spoedig tot een strandverdediging zal moeten worden overgegaan, leg ik op het bovenstaande bijzonder den nadruk.

Paalrijen op de hoofden veroorzaken aanzanding van den duinvoet.

Het is hier de plaats het volgende verschijnsel nog eens in het bijzonder op den voorgrond te stellen.

Veel vindt men het gevoelen verspreid, dat tusschen de hoofden de duinvoet inschaart en ongetwijfeld is aan deze meening een grond van waarheid niet te ontzeggen.

Geeft men zich echter de moeite van Zoutelande af over den kam van den duinregel een eind noordwaarts te wandelen, dan ziet men, dat men ten minste daar ter plaatse niet zoo zeer te doen heeft met een inscharing van den duinvoet tusschen de hoofden, als wel met een sterke aanwinst van het duin aan de worteleinden der hoofden. Om die aanwinst te bevorderen, heeft men hier zelfs op eenige hoofden aan de worteleinden palen geslagen, terwijl die meer zeewaarts niet voorkomen.

Dit verschijnsel wijst wel op de wenschelijkheid van een hooge

ligging der hoofden aan de worteleinden; iets waaraan tegenwoordig lang niet altijd de hand wordt gehouden.

De bewering door den Raad van Waterstaat van 1860 geuit, dat „aan het landeind hooge dammen meer voor- dan nadeel doen, ver„mits zij bij de aansluiting weldra aanstuiven en daardoor mede„werken tot versterking van den duinvoet," komt mij voor proefondervindelijk volkomen juist gebleken te zijn.

Een verhooging van het worteleinde geschiedt wellicht het eenvoudigst door één of twee paalrijen en deze constructie kan daarom aanbeveling verdienen. [1])

De Hoofd-Ingenieur Hogerwaard merkte in 1892 omtrent het Zuiderstrand van de Noordwatering van Walcheren op:

„Niettegenstaande het vrij volledig stelsel van strandhoofden blijft „het strand achteruitgaan.

„De dieptelijn van 20 M. is over nagenoeg de geheele lengte reeds „tot dicht bij den laagwaterrand gekomen; het onderzeesche beloop „staat dus reeds steil. De behoefte aan onderzeesche verdediging kan „onder deze omstandigheden niet lang meer uitblijven, waarbij in „het oog is te houden, dat de waterkeering hier slechts een enkele „smalle duinrij is.

„Wellicht ware het raadzaam met de onderzeesche verdediging „voor het vak bij Zoutelande aan te vangen door uitbreiding der „reeds voor sommige hoofden aldaar bestaande bestortingen. Een „aaneengesloten zware bestorting van natuurlijke steen, dekkende „het steile onderzeesche beloop, verdient hier alle overweging.

„De strandverdediging, vooral bezuiden Zoutelande tot de West„watering, zou door aanleg van nog een drietal hoofden vollediger „moeten worden toegepast."

Met de aanbevolen onderzeesche oeververdediging is nog geen aanvang gemaakt; de doelmatigheid van de door den Hoofd-Ingenieur Hogerwaard aanbevolen strandverdediging, die in 1894 tot stand kwam, is, zooals op bl. 16 werd uiteengezet, ten duidelijkste gebleken.

Eenige algemeene beschouwingen omtrent de Noordwestkust.

Het Noorderstrand van de Noordwatering van Walcheren vertoont over groote lengte een strandverdediging met lage van paalrijen voorziene hoofden, reikende van den duinvoet als regel tot de laagwaterlijn.

Beteekenende diepte wordt hier voor de kust niet aangetroffen, zoodat men er toe kon overgaan, waar dit noodig voorkwam (bij Domburg n.l.) de hoofden een eind buiten de laagwaterlijn in zee uit te bouwen. Hier werd dit gedaan met het doel een strandverbreeding te verkrijgen.

[1]) Hierop wordt aan het einde van Hoofdstuk XIX uitvoerig teruggekomen.

Door een oorzaak, die geen verband houdt met den aanleg van de hoofden, is het strand bezuiden Domburg buitengewoon sterk toegenomen, zoodat vele hoofden met hunne bijna 2 M. hooge paalrijen geheel onder het zand geraakt zijn. (Van het oogenblik af, dat een hoofd onder het zand bedolven is, werkt het niet meer. Dit is iets, wat niet altijd ingezien wordt. Zoo hoorde ik meer dan eens op mijne reizen de opmerking maken, dat hoofden zoo goed gewerkt hadden, omdat ze onder het zand bedolven waren. Men schrijft dan aan de hoofden toe, wat de natuur gedaan heeft.)

Het geheele strand tusschen den Westkapelschen zeedijk en Domburg bevindt zich in gunstigen toestand.

Benoorden Domburg is dit niet het geval en het strand bleef daar, waar nog geen verdediging was, achteruitgaan. Dit gaf aanleiding tot het aanleggen van de hoofden 31—35 in de jaren 1876 - 1878, en van de hoofden 36—42 in de jaren 1890—1891.

Door de uitvoerige strandmetingen, die gedaan zijn door den polder Walcheren en die mij welwillend werden afgestaan, was het mogelijk den invloed der hoofden na te gaan.

Voorbeeld van een inscharing achter het laatste eener reeks hoofden.

Op bijlage 4, fig. 3 is afgebeeld de toestand van het deel van het strand tusschen de palen 49 en 69 in 1889, voordat er een strandverdediging was, en die in 1909.

In 1890 en 1891 werden op een deel van deze kust hoofden met open paalrijen aangelegd. De achteruitgang op het door hoofden verdedigde gedeelte is gering, doch voorbij het laatste hoofd is er een sterke inscharing, zoowel van den duinvoet en de hoogwaterlijn als van de laagwaterlijn. Wanneer men zich ter plaatse van het laatste hoofd boven op het duin begeeft, springt deze inscharing zeer opvallend in het oog.

Invloed van de aangelegde strandhoofden benoorden Domburg.

Op bijlage A is de toe- of afname van jaar op jaar bij de strandpalen 39—69 van 1882 af opgeteekend, zoowel van den duinvoet als van de hoog- en laagwaterlijnen. Voor zooverre het strand beschermd werd door hoofden, zijn de betreffende cijfers onderstreept. Daarbij springt de gunstige invloed der aangelegde hoofden in het oog.

Zoo was de achteruitgang van den duinvoet gemiddeld over het 10-jarig tijdvak van 1881—1891, dus voor den aanleg der hoofden per jaar

in raai 53 . . . . 3.2 M.
„ „ 55 . . . . 2.5 „
„ „ 57 . . . . 1.7 „

en na den aanleg der hoofden over het 10 jarig tijdvak 1899—1909

in raai 53 . . . . 0.4 M.
„ „ 55 . . . . 0 „
„ „ 57 . . . . 0.2 „

Achter het laatste der hoofden van 1891 kwam, zoools te ver-

wachten was, een inscharing. De achteruitgang van den duinvoet bleek te zijn van 1891—1909

in raai	61	53 M.
„ „	63	48 „
„ „	65	41 „
„ „	67	35 „
„ „	69	24 „
„ „	71	9 „
„ „	73	1 „
„ „	75	— 12 „
„ „	77	— 3 „
„ „	79	— 34 „
„ „	81	— 46 „
„ „	83	— 61 „

Uit deze cijfers volgt dat de inscharing het sterkst was op een korten afstand van het laatste hoofd.

De inscharende werking is reeds op een afstand van 1500 M. niet meer merkbaar. Daar begint een algemeene neiging van het strand om aan te winnen.

Afstand der hoofden.

Op de Zuidwestkust van het eiland Walcheren is de onderlinge afstand der hoofden verschillend en als regel iets minder dan de lengte.

Op de Noordwestkust liggen de hoofden 125, 150 of 200 M. van elkander; de lengte der hoofden bedraagt ongeveer 175 à 200 M.

Verheeling der hoofden in den duinvoet.

De hoofden op Walcheren reiken evenals die in Zeeuwsch-Vlaanderen van den duinvoet als regel tot de laagwaterlijn. Zij worden bij den aanleg een klein eind in het duin ingelaten, b.v. 3 M. Waar de hoofden van palen voorzien zijn, reiken deze tot aan het duin en dit heeft hier een uiterst gunstige werking. In de hoeken gevormd door den duinvoet en den paalregel, heeft sterke aanzanding plaats, waardoor het duin ter plaatse van de hoofden naar voren uitspringt en weldra verscheidene vroeger blootstaande palen in het zand bedelft. Van een achterloopsch worden van de hoofden is dan ook geen sprake.

Constructie der hoofden; tonrondte.

De constructie der hoofden blijkt uit bijlage 5, fig. 3. Deze lichte constructie voldoet uitstekend en is bijzonder goedkoop. Zij kan hier met goed gevolg worden toegepast, omdat de schommelingen van het strand gering zijn, en bovendien, zooals op blz. 12 reeds werd opgemerkt, het Zuid-Westerstrand meer, het Noordwesterstrand minder, doch toch ook beschermd ligt voor de Noordzeegolven.

De hier aangegeven tonrondte van 0.35 M. wordt tegenwoordig algemeen toegepast. De opzichter van de Noord-Watering van Walcheren K. Dekker deelde mij mede, dat vroeger de tonrondte der

hoofden veelal 60 à 70 cM. bedroeg, doch dat men van het toepassen van een zoo groote ronding der hoofden geheel is teruggekomen, daar de hoogte der hoofden te veel warreling in het water veroorzaakt en daardoor verdieping naast de hoofden.

De oude Walchersche paalhoofden.

Vroeger (in het begin van 19e eeuw) trof men op Walcheren een groot aantal paalhoofden aan op een wijze geconstrueerd, als dit op blz. 7 en 8 beschreven is.

Tusschen Vlissingen en Zoutelande zijn nog overblijfselen van een groot aantal dezer hoofden te vinden. Die hoofden werden ebscheppend gelegd.

In het meergenoemde werkje van A. Caland van 1818 vindt men een afbeelding van de strandverdediging van den Westkapelschen dijk tot voorbij Domburg, zooals die was in 1808. Al de op dit kustvak gelegen hoofden maakten ook een zekeren hoek met het strand, die afwijkt van 90°. Zij werden omstreeks 1810 afgezaagd.

Aanleg der hoofden na 1860.

Lage, ronde hoofden werden aangelegd tusschen Zwanenburg en strandraai 30 omstreeks 1862. In den laatsten tijd werd een groot aantal dezer hoofden van paalrijen voorzien, gelijk blijkt uit bijlage 5, fig. 1.

Van raai 30 af tot de grens tusschen de Noord- en Westwatering ontbreekt de strandverdediging nog steeds.

Het 4-tal hoofden van hier tot aan de steenglooiing bij Zoutelande dateert van 1894, terwijl de verdediging vandaar tot aan den Westkapelschen dijk weder omstreeks 1862 werd aangelegd om na dien tijd veelvuldig te worden uitgebreid en verbeterd.

Aan de Noordzijde van den Westkapelschen dijk werd in 1857 met den aanleg van hoofden zonder palen aangevangen. In 1863 was men met dien aanleg gekomen tot strandpaal 19.

In 1871 werd met de strandverdediging voortgegaan door op de 4 laatste van deze hoofden paalrijen te zetten, en daarna den aanleg van hoofden te vervolgen. Men bereikte op deze wijze in 1873 paal 27, aan de noordoostzijde waarvan omstreeks 1857 de hoofden 22—30 waren gelegd (dat zijn de hoofden dicht bij Domburg). Deze hoofden werden nu ook van paalrijen voorzien, en in 1876 met de verdediging noordoostwaarts voortgegaan door den aanleg der hoofden 31—35 in de jaren 1876—1878. De dammen benoorden strandpaal 45 kwamen in de jaren 1890 en 1891 gereed.

Kosten der Walchersche hoofden.

De kosten van aanleg van deze Walchersche hoofden zijn zeer gering. Werken zij goed, d. w. z. is er eenige of veel aanzanding, zoodat het rijsbed voortdurend onder het zand is, dan zijn de onderhoudskosten ook zeer laag. Anders moet men eenmaal in de 7 à 8 jaren het rijsbed met vlechttuinen vernieuwen.

De aanlegkosten van een hoofd van 200 M. lang met bezonken kop kan gesteld worden op 12 à 13000 gulden.

III.

Eenige algemeene opmerkingen in verband met de strandverdediging van de kust van Zeeuwsch Vlaanderen en die van Walcheren.[1])

Waardoor de strandverdediging van deze kustvakken afwijkt van die op de meeste overige stranden van ons land.

De strandverdediging van deze twee kustvakken wijkt sterk af van de meeste overige in ons land voorkomende en wel in tweeërlei opzicht:

In de eerste plaats heeft men te doen met een verdediging, bestaande uit *hoofden* met open *paalrijen* en in de tweede plaats grootendeels met een verdediging van een strand, waarvoor een steile onderzeesche oever aanwezig is.

Alvorens met de beschrijving van onze kust voort te gaan, komt het wenschelijk voor in het kort hier nog eens de aandacht op deze beide punten te vestigen.

Hoofden met open paalrijen.

Zooals in de vorige hoofdstukken uitvoerig is behandeld, bestaan de tegenwoordige Zeeuwsche hoofden met open paalrijen uit een lichte strandhoofd-constructie van rijs, puin of klei, bedekt met natuurlijke steen.

In de lengteas van dit hoofd komen één of twee paalrijen voor, die 1.50 M à 2 M. boven de steenbezetting van het hoofd uitsteken (zie fig. 5 bijlage 2 en fig. 3 bijlage 5). De eigenlijke hoofden houdt men als regel zeer laag; op Walcheren neemt men een tonrondte van 0.35 M. aan.

Het strand schommelt in het Zuiden van ons land en vooral in Zeeuwsch-Vlaanderen en Walcheren slechts weinig in hoogte. Daarom is de kans zeer gering, dat groote strandverlagingen naast het hoofd

---

1) Hierbij bijlagen 2 en 5.

plotseling voorkomen. Ware dit wel het geval, dan zoude men verplicht zijn het hoofd sterk te construeeren, ten minste aan de zijden met zware palen af te sluiten, om verzakkingen bij een lagen toestand van het strand tegen te gaan.

Voorts stelt men niet als eisch een groote tonrondte der hoofden. Dit heeft ten gevolge, dat zij slechts weinig van stormschade te lijden hebben. Had men echter een sterk wisselend strand, dan zou de mogelijkheid bestaan, dat het hoofd toch op een gegeven oogenblik aanzienlijk hierboven uit zoude steken en meer aan de golven zoude zijn blootgesteld.

Het toepassen eener groote tonrondte zou de oorzaak zijn, dat de over het hoofd heen stortende golven het strand zouden uitkolken en daardoor kunstmatig het strand, dat hier vrij constant van hoogte is, naast de hoofden zoude verlagen.

Mogelijke verdiepingen naast de hoofden zijn oorzaak, dat een sterke afsluiting dier hoofden vereischt wordt en een groote tonrondte, dat een sterke constructie van de glooiing, waaruit het hoofd bestaat, noodig is.

Waar men zich nu in Zeeland tevreden stelde met hoofden met kleine tonrondte en de schommelingen van de strandhoogten gering zijn, was het hier mogelijk zeer lichte dammen te construeeren.

Geeft men een hoofd nu echter een tonrondte van slechts 0.35 M., dan is het hoogstens mogelijk het strand even zooveel te verhoogen en dit was niet altijd voldoende.

Bovendien zou het lang niet steeds gelukken om een verhooging te verkrijgen, aangezien de stroom, de groote vijand dezer Zeeuwsche stranden, niet voldoende door die lage hoofden wordt gestuit.

Om den stroom nu beter te keeren, brengt men op de hoofden paalrijen aan.

Deze paalrijen zijn de hoofdzaak van de geheele verdediging. De lichte hoofden kunnen beschouwd worden als een soort plasbermen, die ontgronding vlak langs de palen moeten tegengaan. De ontgronding zou anders kunnen ontstaan door het water, dat bij storm tusschen de palen doorstort of tegen de palen opslaat en weder nedervalt.

Het hoofddoel der palen is om den stroom over het strand tegen te gaan, opdat het door een storm losgewoelde zand niet weggevoerd worde, maar weder kan bezinken.

Behalve dit heeft het meest landwaarts gelegen deel van den paalregel een tweede doel, nl. het aanstuiven van het duin te bevorderen. De palen volbrengen die taak uitstekend en geven dikwijls aanleiding tot aanzienlijke duinaanwinst juist ter plaatse van de hoofden.

Ook schijnen de paalrijen het bezinken van met den vloed van elders aangevoerd zand wel te bevorderen.

Tenslotte kunnen zij, wanneer de golven niet loodrecht op de kust aanloopen, als golfbrekers werken.

Aan vele voorbeelden is in de vorige hoofdstukken de nuttige werking van dit soort paalhoofden uiteengezet.

Stranden, waar de groote diepten dicht voor de kust staan.

Het tweede opzicht, waarin de strandverdediging van de kust van Zeeuwsch Vlaanderen en van Walcheren sterk afwijkt van die op de meeste overige stranden van ons land, is dat voor bedoelde kust een groote diepte op geringen afstand uit de laagwaterlijn wordt aangetroffen.

Waar een diepe geul in zee tot kort bij de laagwaterlijn aanwezig is, kan men door een strandverdediging deze lijn niet of uiterst weinig naar buiten brengen. Veelal zelfs zal de laagwaterlijn in weerwil van de strandverdediging achteruit blijven gaan, wanneer de geul ernstig opdringt.

Men bereikt echter door de strandverdediging vooral met hoofden met open paalrijen een strandverhooging, waardoor het gelukt zelfs bij achteruitgang van de laagwaterlijn. nieuw duin aan te winnen. Men verkrijgt een hoog strand, dat dikwijls dicht bij de laagwaterlijn vrij steil staat.

Wat is nu het voordeel van een strandverdediging onder dergelijke omstandigheden?

Laten wij het normale geval aannemen, dat de strandverdediging de diepte niet uit den wal kan houden, dus geen invloed heeft op de ligging van de laagwaterlijn. Zonder strandverdediging behoudt het strand zijn neiging om onder het flauwe talud van ± 50 op 1 te blijven staan; is dit het geval, dan zal, wanneer de laagwaterlijn opdringt, hetzelfde gebeuren met de hoogwaterlijn en bij storm zal steeds meer van den duinvoet worden weggeslagen.

De duinen vormen de eigenlijke waterkeering en zijn hier en daar in Zeeland zoo smal, dat er niets meer van gemist kan worden. Voor alles moet dus de duinvoet behouden blijven en opdat dit mogelijk is zonder kunstmatige verdediging daarvan, is een flink droog strand noodig.

Zooals in het vorige hoofdstuk werd uiteengezet is een der gevolgen van een strandverdediging langs deze kusten een versmalling van het natte strand, d. w. z. een tot elkander naderen van de lijnen van laag- en hoogwater. Een strandverdediging kan hier dus met zich brengen, dat in weerwil van het feit, dat de laagwaterlijn blijft achteruitgaan, de duinvoet zich geruimen tijd onverdedigd handhaaft en de ondervinding leert, dat dit veelal het geval is.

Blijft de diepte steeds opdringen, zoodat de laagwaterlijn zoover

naar binnen komt, dat men de hoogwaterlijn door een strandverdediging niet meer op haar plaats kan behouden, dan moet men overgaan tot een kunstmatige verdediging van den duinvoet.

Deze zal zeer kostbaar worden, aangezien ze spoedig geregeld door zware golven zal worden aangevallen. Verder is dit middel bij een blijvend opdringen van de geul in het geheel niet afdoende; men loopt de kans, dat op den duur duin met verdediging en al in de diepte verdwijnt.

Het eenige afdoende middel om op een gegeven oogenblik den verderen achteruitgang van de laagwaterlijn tegen te gaan, is het aanbrengen van een onderzeesche oeververdediging, waardoor een verder opdringen van de dieptelijnen en dus ook van de laagwaterlijn wordt tegengegaan. Hoewel dit een uiterste middel is, dat zeer veel kost, is toch te voorzien dat binnen niet al te langen tijd men vooral op Walcheren hier en daar tot deze verdediging zal moeten besluiten, tenzij de natuur te hulp komt, doordat de thans opdringende geulen, zich zeewaarts gaan verplaatsen.

Wellicht zal men den toestand meester kunnen worden door het bezinken of bestorten van de zeeëinden der hoofden tot ver buiten den kop, op dergelijke wijze als dit op Goedereede en op Schouwen is geschied (zie bl. 34 en bl. 41).

IV.

De Noordzeekust van Schouwen.[1])

Geraadpleegde bronnen.

De Noordkust van Schouwen vormt een belangrijk voorbeeld van een strandverdediging met lage hoofden, niet of niet verre uitstekende buiten de laagwaterlijn.

In de verhandelingen van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1864—1865 deed Jhr. A. O. van den Santheuvel, Ingenieur van den Waterstaat, eenige aanteekeningen het licht zien „nopens het duin „en strand aan de Noord-Westzijde van het eiland Schouwen, bij de „zoogenaamde Oude Hoeve". Deze aanteekeningen werden in het Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1887—1888 door den Ingenieur van den Waterstaat N. A. M. van den Thoorn vervolgd.

Beide artikelen zijn voor de kennis van dit kustvak van het grootste belang. Vele bijzonderheden hieromtrent zijn bovendien te vinden in „De oeververdediging in Zeeland sedert 1860, 8e stuk", door den toenmaligen Hoofd-Ingenieur van den Provincialen Waterstaat in Zeeland, M. B. G. Hogerwaard.

Tot het samenstellen van dit hoofdstuk zijn de hierboven genoemde werken mij van groot nut geweest.

Algemeene beschrijving van het kustvak.

De Schouwensche duinen en het eigenlijke strand vangen aan in den Zuid-Westelijken hoek van het eiland bij het gehucht Westenschouwen en loopen van daar langs de west- en noordzijde door tot aan het West-Repart bij Scharendijke. Zooals op bijlage 6 is te zien, bevindt zich langs een groot deel van dit kustvak een geul, genaamd Krabbengat. Dicht bij den zuidwesthoek nadert de diepte zeer sterk den wal.

Geleidelijk verwijdert de dieptelijn van 5 M. en vooral die van 8 M. zich van de kust. Voorbij strandpaal 6 wordt de afstand tusschen

1) Hierbij bijlagen 6, 7 en B.

de niet zeer machtige geul en het strand steeds grooter en bij paal 9 peilt men op ongeveer 1 K.M. buiten de laagwaterlijn nog slechts een diepte van 23 d.M. onder laagwater. Vandaar af echter naderen de 2.5 M. en de 5 M. lijn weder, doch vóór den westelijken ijzeren vuurtoren van Noorder-Schouwen treft men dicht onder den wal toch nog geen groote diepten aan, wel van hier tot aan het West Repart, waar, volgens in 1908 verrichte peilingen, de 15 M. lijn zich kort buiten die van laagwater bevindt.

Bij dijkpaal 30, het aansluitingspunt van den dijk en de duinen in het Zuidwesten, treft men een onderzeesch bevestigd oevervak aan, breed 90 M. en reikende tot 15 M. diepte.

Ten westen hiervan bevindt zich het strand van Burgh en Westland, waarvan het eerste 800 tal meters door een verdediging met lage rijzen hoofden beschermd wordt. Over dit kustvak worden hierna nog beschouwingen gegeven.

Van hier tot strandpaal 10 is aanwezig een breed strand met achtergelegen duinen, die slechts smal zijn bij den zuidwestpunt en geleidelijk een breedte van 4 K.M. bereiken, daarna nemen zij weder in breedte af en bestaan bij de Oude Hoeve nog slechts uit een enkelen smallen regel.

Waar de breedte der duinen groot is, heeft men de strandverdediging geheel nagelaten. Tot strandpaal 6 heeft een geregelde afname van de laagwaterlijn, hoogwaterlijn en duinvoet plaats, van hier tot aan de strandverdediging aan de Oude Hoeve een geregelde toename. Dit laatste houdt waarschijnlijk verband met de geringe diepte daar in zee.

Omdat het duin bij strandpaal 10 zeer smal is, begon men in de eerste helft der vorige eeuw reeds met een verdediging van het strand daar ter plaatse. Deze strandverdediging zet zich thans onafgebroken voort over 7.5 K.M. Over dit geheele vak treft men, dank zij die verdediging met lage platte hoofden, een behoorlijk strand aan, met daarachter gelegen smallen duinregel, die hier en daar door steen of betonglooiing kunstmatig wordt verdedigd.

Eenige nadere beschouwingen omtrent den zuidwesthoek van het eiland Schouwen.

Met de strandverdediging aan den Zuidwesthoek van het eiland schijnt in 1826 door de aanleg van een viertal hoofden een aanvang te zijn gemaakt.

Deze hoofden hadden een ondoelmatig profiel, lagen te hoog boven het strand en reikten niet ver genoeg zeewaarts.

Het strand was in sterk achteruitgaanden staat en dientengevolge hadden de duinen ook veel te lijden. Voorts bleek omstreeks 1880 uitbreiding van het stelsel van strandhoofden, vooral ook omdat daar reeds slenken door het strand aanwezig waren nabij den voet van het duin, dat slechts uit een enkelen regel bestaat.

Van 1881 tot 1885 werden de hoofden van 1826 van profiel verbeterd, zooveel noodig verlengd en de koppen bezonken en bestort; verder werden nog in 1883 aangelegd een drietal besteende strandhoofden, ieder lang ongeveer 150 M. met bezonken en bestorte koppen op ongeveer den dubbelen afstand, nl. 200 M.. van dien, welke vroeger was toegepast.

Voorts zijn nog in de jaren 1884—1886 langs den laagwaterrand tusschen de drie zuidelijkste hoofden met zware steenstukken bezette kraagstukken gemaakt, om zoo mogelijk hier eenige verbetering in den verarmden toestand van het strand te krijgen.

Tenslotte werden in de ondiepe slenken door het strand rijzen langs- en dwarsdammetjes gelegd, om de verandering daarvan in de hand te werken.[1])

Bij mijn bezoek ter plaatse bleek duidelijk hoe gunstig een en ander gewerkt heeft. De hoofden waren weinig boven het strand verheven of er geheel onder bedolven. Van sterke slenken, die vroeger het geheele strand een onvoldoend aanzien gaven, was geen sprake meer. De duinvoet was sterk aangezand, vooral tusschen de hoofden van 1883. De duinen waren aan de buitenzijde sterk met brem en dergelijke planten begroeid, waaruit valt op te maken, dat gedurende vele jaren geen afschuivingen hadden plaats gehad, in tegenstelling met de een weinig noordelijker gelegen duinen achter een onverdedigd strand, waar het buitenduinbeloop geheel onbegroeid was.

Ook hier viel mijn aandacht op een verschijnsel, dat ik bij alle verdedigde stranden, waarvoor een groote diepte staat, aantrof, dat nl. het deel van het strand dicht bij de laagwaterlijn het steilst staat.

Geschiedenis van den toestand aan de Oude Hoeve vóór 1860.

Aan de Oude Hoeve, waar het duin tengevolge van een achteruitgaanden toestand smal geworden was werden in 1834 drie rijshoofden aangelegd. De breedte der hoofden bedroeg 6 M. De onderlinge afstand 150 M., de lengte 204, 190 en 170 M. (zie bijl. 7).

In de jaren 1835—1839 werden 6 nieuwe rijshoofden aangelegd, waarvan het eerste 250 M. beoosten het oostelijkste der drie hoofden van 1834; de andere hoofden lagen op afstanden van 75 M.

Al deze hoofden hielden zich slecht.

In 1851 was van deze werken zoo goed als niets meer over.

Het feit, dat de gelegde hoofden niet aan de verwachting voldeden, schreef de Ingenieur Jhr. v. d. Santheuvel in zijn in den aanvang van dit hoofdstuk vermelde verhandeling daaraan toe, dat zij, *door te hoog boven het strand verheven* en *niet met de landeinden in het strand opgesloten te zijn*, meer na- dan voordeel te weeg brachten.

---

[1]) Zie het werk van den Hoofd Ingenieur Hogerwaard.

In 1851 werden voor f 1465 aangelegd drie lage, weinig boven het strand verheven rijzen hoofdjes van 4 M. breed op afstanden van 40 M. en ter lengte van 90 M.

Het westelijkste dezer hoofdjes was gelegen een weinig ten oosten van de plaats, waar het westelijkste der hoofden van 1834 zich bevond. Deze hoofden hadden een gunstig gevolg; het strand kwam in rust. Men ging met den aanleg er van voort en in 1860 telde men er 16. Zij hadden het kwaad echter oostwaarts verplaatst.

In 1855 brak de duinregel bij peilraai 5 door (in 1846/1847 was een slaperkade aangelegd, die nu waterkeerend werd) en het gat werd in de daaropvolgende jaren nog grooter.

Men zag zich genoodzaakt in 1858 een omringkade te maken op 120 M. binnen de vroeger aangelegde.

In 1859 nam de stormvloed de duinen tusschen de raaien 4 en 7 geheel en al weg en toen vormden de kaden van 1846/1847 en 1858 de eenige bescherming.

De aanleg der hoofden gedurende de jaren 1860—1868 [1].

Men moest in 1860 wel een afdoende maatregel treffen en besloot over te gaan tot een geregelde verdediging van het strand met lage, even boven het strand verheven dammen.

Men had tot het uiterste gewacht en was in een toestand gekomen, dat het niet voldoende was verdere verliezen tegen te gaan, maar men zelfs noodwendig duin moest aanwinnen.

Hoe ongunstig de toestand ter plaatse was, wordt weergegeven in fig. 1 bijlage 7, waaruit blijkt, dat zelfs in 1864, dat is één à vier jaren na den aanleg der hoofden 5—7, tusschen die hoofden de zeewering nog werd gevormd door niet anders dan twee achter elkaar gelegen zwakke zanddijkjes. (Eerst later is er voor het buitenste dezer dijkjes weder een duinregel gestoven).

In 1864 was men met de verdediging zoover gekomen, dat in elk der raaien 1 tot 9 een besteend hoofd lag, zooals op de teekening wordt aangegeven.

De hoofden in raai 4—9 werden met hunne worteleinden over 3 M. lengte opgesloten in den buitensten der juist genoemde zanddijken, die in 1860 was gelegd met den teen op 200 M. afstand van de aangenomen laagwaterlijn.

In het jaar 1869 was men met de strandverdediging gekomen tot raai 18 en toen is de aanleg van de hoofden tot 1876 gestaakt „zeer ten nadeele van den toestand van duin en strand", zooals de toenmalige Ingenieur van den Waterstaat N. A. M. van den Thoorn opmerkt in zijne genoemde verhandeling.

Op bijlage 7, fig. 3 is aangegeven de toestand in 1864 en in 1876;

---

[1]) Vergelijk hiermede ook bijlage B.

1864 was het jaar van den aanleg van het eerste der hoofden van het hier geteekende kustvak, 1868—1869 de jaren van aanleg van het laatste dezer hoofden.

In 1876 werd met den aanleg der hoofden in oostelijke richting voortgegaan.

De goede werking der vóór 1869 aangelegde hoofden springt zeer in het oog; want terwijl in het beschouwde tijdvak de dieptelijnen sterk de kust naderden, had er, zooals door middel van de strandmetingen werd nagegaan, geen noemenswaardig strand- en duinverlies plaats sedert den aanleg der hoofden.

Wel blijkt bij beschouwing van bijlage B dat gedurende het tijdvak van 1864—1876 strand en duin over het gedeelte, waar de hoofden in 1867 en 1868 zijn aangelegd, achteruit zijn gegaan, maar bij onderzoek is mij gebleken, dat deze achteruitgang bijna geheel plaats had in de jaren 1864—1868.

Inscharing achter het laatste der in 1868 aangelegde hoofden. [1]

Achter het laatste hoofd heeft een inscharing plaats gehad. Opmerking verdient, dat deze het sterkst is geweest ter hoogte van de laagwaterlijn, veel minder sterk ter hoogte van den duinvoet. De lijn van 1 M. diepte en $2^1/_2$ M. diepte volgen de inscharing duidelijk. Vlak bij de inscharing, d.i. dus daar, waar het strand afnemend was, was dat strand in 1876 bijzonder smal.

Dat hier werkelijk van een plaatselijke inscharing achter het laatste hoofd sprake is, spreekt duidelijk uit de teekening en voorts uit de volgende cijfers.

Van 1868—1876 ging de duinvoet achteruit in

Raai XIX	55	M.
„ XX	44	„
„ XXI	32	„
„ XXII	23	„
„ XXIII	8	„
„ XXVII	7	„

Een achteruitgaande toestand van het strand heeft tengevolge, dat de afstand tusschen laagwaterlijn en duinvoet klein wordt.

Men hoort wel de meening uitspreken, dat wanneer het strand boven laagwater steiler staat, dan onder een bepaalde helling b.v. 50 op 1, dit in een afnemenden toestand verkeert. De overtuiging wordt dan aangetroffen, dat het achteruitgaan van het strand en dus ook van het duin een gevolg is van een zekere neiging van het strand om onder een steile helling te gaan staan. Deze neiging tracht men dan wel te verklaren uit de samenstelling van het strand, b.v. de soort en zwaarte der zandkorrels, waaruit het strand onder en boven laagwater bestaat.

Hoewel ik met hetgeen hieronder wordt uiteengezet, geenszins

[1] Vergelijk hiermede ook bijlage B.

wil zeggen, dat de toestand van een strand in het geheel niet afhankelijk is van de formatie, meen ik toch, dat uit tal van feiten is af te leiden, dat de helling van het strand afhangt van omstandigheden van buiten en dat daardoor grootendeels wordt beheerscht, of een strand in vooruitgaanden af achteruitgaanden toestand verkeert; wanneer een strand achteruitgaat, moet het noodwendig steil staan en vooral het droge strand smal zijn, terwijl wanneer het omgekeerde het geval is, het strand onder flauwe helling ligt en het droge strand breed is.

Heeft men een strand, dat gedurende langen tijd in evenwicht verkeert en neemt men aan, dat door een invloed van buiten, b.v. verandering van stroomrichting er slechtere verhoudingen ontstaan, dan gaat aanvankelijk de laagwaterlijn achteruit en wel veel meer dan dit met de hoogwaterlijn zal geschieden, want terwijl het strand ter plaatse van de laagwaterlijn langen tijd van den dag aan den versterkten stroomaanval is blootgesteld, is dit ter plaatse van de hoogwaterlijn slechts gedurende korten tijd het geval.

Is echter de laagwaterlijn eenigszins aanzienlijk achteruitgegaan, dan zal *hierdoor* de hoogwaterlijn volgen, daar het strand weder neiging zal vertoonen onder de natuurlijke helling te gaan staan; maar waar hier in hoofdzaak sprake is van een achteruitgang van de hoogwaterlijn *tengevolge van* dien van de laagwaterlijn, zal de afstand tusschen beide *eerst* verminderd moeten zijn, voordat de hoogwaterlijn teruggaat. Een feit is het dan ook, dat op achteruitgaande stranden de afstand tusschen laag- en hoogwaterlijn klein is. Gaat de hoogwaterlijn achteruit, dan zal de duinvoet minder beschermd worden en afnemen; dit geschiedt dus ook weer eerst *nadat* de hoogwaterlijn achteruitgekomen is. [1])

Hierboven is getracht te verklaren, dat bij een achteruitgaanden toestand zoowel het natte als het droge strand smal moet zijn, geheel afgezien van de formatie van het strand. Dit wordt bevestigd door hetgeen blijkt te geschieden bij den aanleg van strandhoofden achter den laatsten dam. Dáár heeft een versterkte stroom

---

[1]) Deze beschouwingen gelden slechts ten volle voor de stranden, welke beschermd worden door een breed bankengebied, op welke dus de golfslag niet zeer hevig is, met name voor die bezuiden den Hoek van Holland. Benoorden hiervan zijn de golven veel sterker en het schijnt wel, dat hier de gemiddelde helling in hoofdzaak door den golfslag beheerscht wordt, zoodat wanneer het al merkbaar is, dat het achteruitgaande natte strand smaller is dan het in evenwicht verkeerende, dit verschil in breedte dan toch zeer gering is (vergelijk hiermede hoofdstukken XIV en XV.)

Het achteruitgaande *droge* strand is echter zoowel benoorden als bezuiden den Hoek van Holland smal.

aanval plaats, die een achteruitgaanden toestand tengevolge heeft. Terwijl hier nu toch zeker de samenstelling van het strand onveranderd blijft, zien we dat ten gevolge van den zwaarderen aanval het strand daar smaller wordt.

Op het westelijk deel van het verdedigde strand te Oude Hoeve werkt de natuur veel mede tot zandaanwinning.

De uitkomsten der werken waren, zooals reeds werd opgemerkt, gunstig. Schijnbaar was dit het sterkst het geval in het westen, waar reeds in 1886 een nieuwe duinvoet was aangezand. Zooals de Ingenieur van den Thoorn echter opmerkt in zijn vermelde verhandeling, werkte de natuur zeer veel mede; zoowel het oostelijk gedeelte van het geheel onverdedigde strand van Westeren Ban als het westelijk gedeelte van Oosteren Ban tot in raai 4 nam na 1880 aanmerkelijk in breedte toe. Zelfs toen reeds waren de westelijke hoofden het grootste gedeelte van het jaar onder het zand bedolven. Veel uitwerking konden zij dus vanzelf niet meer hebben.

Men moet daarom hier uiterst voorzichtig zijn met het trekken van de conclusie's. Dat de strandverdediging, die hier aan de Oude Hoeve tot stand is gebracht, een sterke aanzanding ten gevolge had, daartoe zoude ik niet durven besluiten; wel echter blijkt uit bijlage 7, fig. 3, dat zelfs bij nader komen der diepte meer oostelijk de achteruitgang van den duinvoet en van de laagwaterlijn is tegengehouden.

De aanleg der hoofden 19 en 20 in 1876.[1]

In 1876 is men voortgegaan met de strandverdediging en er werden ter plaatse van de sterkste inscharing een tweetal hoofden (19 en 20) gelegd.

Het schijnt de moeite waard hier na te gaan, welke de invloed dezer hoofden is geweest. Dit onderzoek kan zijn een bijdrage tot het beantwoorden van de vraag, of, wanneer nadat men de gelegenheid heeft gegeven tot inscharing van het duin achter een reeks hoofden, het daardoor ontstane verlies weder gemakkelijk kan teruggewonnen worden.

In 1876 werden de hoofden 19 en 20 aangelegd met hunne koppen tot 38 M. uit de hoofdraai. Onder den kop en voor den kop kwamen zwaar bestorte zinkstukken, reikende tot een diepte van bijna 2 M. onder laagwater en bijna 35 M. uitstekende buiten den kop.

Deze hoofden bereikten met hunne koppen niet de lijn, waarin die van de oudere hoofden zijn gelegen; verder werden zij, aangezien het strand zoo laag lag, minder hoog dan de oude hoofden aangelegd.

Op bijlage 7 fig. 4 is figuratief voorgesteld, welken invloed de hoofden 19 en 20 op het strand gehad hebben. Zooals duidelijk blijkt, en ook te voorspellen zou zijn, was het sterk afnemende

---

[1]) Vergelijk hiermede ook bijlage B.

strandvak in 1875 zeer schraal, het is afgebeeld in fig. 4a; tevens zijn daar geteekend de hoofden, zooals zij in 1876 werden aangelegd.

De invloed der hoofden was voorloopig, dat de laagwaterlijn naar buiten gedrongen werd, de hoogwaterlijn eveneens, doch de duinvoet bleef inscharen.

Het strand was voorloopig nog niet genoeg verbreed en verhoogd om den duinvoet genoegzame bescherming te bieden.

De najaarsstormen van 1883 noodzaakten er zelfs toe de hoofden ieder met 8 M. duinwaarts te verlengen. Voorts werden in 1883 door middel van een zinkstuk en bestorting de hoofden 19 en 20 tot 82 M. uit de hoofdraai verlengd. In weerwil van den achteruitgang van den duinvoet was het strand ter plaatse van hoofd 19 zooveel aangewonnen, dat men er toe besloot het geheele hoofd met 0.50 M. te verhoogen.

In 1885 werden de zinkstukken voor de hoofden 19 en 20 nog met 10 M. verlengd; in 1891 werd hoofd 19 nogmaals verhoogd en wel aan het zeeëinde met 50 c.M., op 70 M. boven de hoofdraai met 25 cM. en aan het landeinde met 20 cM., zoodat de dam hier een hoogte verkreeg van 4.70 M. boven laagwater.

De werking der hoofden na 1883 blijkt uit de figuren c en d.

In 1895 was de laagwaterlijn een aanzienlijk eind naar buiten gedrongen en van dit jaar af wint ook de duinvoet aan.

Terwijl in 1909 de laagwaterlijn nog vrij wel aangetroffen wordt op de plaats, waar deze zich in 1895 bevond, is de duinvoet een eind naar buiten gekomen en bevindt zich weer daar, waar hij omstreeks 1880 was.

Van een terugwinnen van de inscharing van den duinvoet is *geen sprake*, hetgeen uit de schetsen blijkt, en nog beter in het oog springt, wanneer men zich bij hoofd 18 boven op het hooge duin begeeft. De sterke inscharing vertoont zich dan zeer duidelijk aan het oog.

De bestudeering van hetgeen hier ter plaatse na 1875 gebeurd is, is bijzonder nuttig om een inzicht te krijgen in den invloed van de breedte van het strand op de duinen.

In 1875 verkeerde het strand in sterk afnemenden toestand: het strand was smal, de duinen namen daardoor af. In 1876 werden de hoofden aangelegd. Het strand nam in breedte toe, de laagwaterlijn ging veel naar buiten, maar het strand was voorloopig nog niet breed genoeg om den duinvoet voldoende te beschermen. Tot 1883 bleef de duinvoet bij een aanwinnend strand sterk achteruitgaan. In 1895 was geleidelijk het strand breed geworden. Aangezien die breedte van het strand meer dan normaal was, moest, al ging de laagwaterlijn niet meer naar buiten, de duinvoet dit nog wel doen. En werkelijk is dit in de laatste 15 jaren het geval geweest en dit

zal voortduren, totdat het strand weder een breedte heeft verkregen, die hier ter plaatse normaal kan genoemd worden.

In 1879 was men met een strandverdediging tot aan de oostelijke grens van den Oosteren-ban gereed gekomen. In iedere raai lag een hoofd behalve in de raaien 21 en 23.

Het weglaten gedurende vele jaren van een hoofd in raai 21.

Deze strandverdediging kan gerekend worden te behooren tot die, welke volkomen aan het doel beantwoord hebben; de evenwichtstoestand is daar ter plaatse ongeveer in het leven geroepen.

Eenige opmerkingen omtrent het weglaten gedurende geruimen tijd van een hoofd in raai 21 mogen hier niet ontbreken.

Hoofd 20 werd aangelegd in 1876 en hoofd 22 in 1878; in 1878 was de toestand gelijk deze is afgebeeld in fig. 4e van bijl. 7.

Het hoofd 20 werd in 1883 door middel van een zinkstuk en bestorting zeewaarts verlengd, zoodat het tot 82 M. uit de hoofdraai reikte, en tevens werd het duinwaarts met 8 M. verlengd.

De hoofden 20 en 22 werden door zinkstukken en opstorting in 1885 gebracht tot 92 M. uit de hoofdraai. De toestand van 1886 is aangegeven in fig. 2.

De duinvoet is in de jaren 1878—1886 achteruitgegaan, de laagwaterlijn iets naar buiten gebracht [1]).

In de jaren 1885—1889 is de toestand onder den invloed van de zeewaarts verlengde hoofden *niet* veranderd.

In de meer vermelde verhandeling van den heer N. A. M. van den Thoorn wordt de verwachting uitgesproken dat „krachtig tot de „verbetering van het vak tusschen de hoofden 20 en 23 zoude mede„werken de aanleg van een hoofd in raai 21".

In 1889 is dit hoofd tot stand gebracht en werkelijk een aanwinnende toestand van den duinvoet en de hoogwaterlijn in het leven geroepen.

Of echter zooveel werd bereikt, als mag worden verondersteld, met het oog op het in de verhandeling medegedeelde, te zijn verwacht, moet worden betwijfeld.

Er is ten minste op het oogenblik geen sprake van, dat hetgeen tengevolge van de inscharing gedurende de jaren 1868 - 1876 verloren is gegaan teruggewonnen werd.

Over den invloed van het onderhouden van den duinvoet.

Bij mijn bezoek aan de Oude Hoeve viel het oog nog op eenige zaken, die ik hier meen te moeten memoreeren.

Ten oosten van raai 1 wordt de duinvoet door den Rijks Waterstaat zorgvuldig onderhouden en zooveel mogelijk zand aangewonnen.

Ten westen hiervan houdt het waterstaatsbeheer op en worden de duinen in het geheel niet onderhouden.

---

[1]) Dit is nagegaan met behulp der registers voor strandmeting.

Een feit is het dus, dat de duinen op dit in aanwinnenden toestand verkeerende strand gedeeltelijk al en niet onderhouden worden. Het gevolg hiervan is, dat de duinvoet ter plaatse, waar het onderhoud aanvangt, een twintigtal meters zeer plotseling vooruitspringt.

Over den invloed van een kunstmatig verdedigden voet op het bovengelegen duin.

Bovendien was het feit hier te constateeren, dat een duin, waarvan de voet door basalt- of betonglooiing verdedigd wordt, goed begroeid is. Dit vindt zijn oorzaak daarin, dat niet telkens na een storm het duinbeloop nazakt; het is daardoor mogelijk, dat boven een glooiing de planten tijd hebben wortel te schieten. Voorts schijnt het, dat boven een glooiing het duin aanwint, want om de hierboven vermelde reden wordt aan de voorzijde niet meer verloren; terwijl wel zand tegen de duinen op stuift, zoodat er aanwinst moet plaats hebben.

Strandverdediging van het district Noorderstrand van Schouwen.

De strandverdediging, die zoo juist behandeld is, ten westen van de grens van de Oosteren Ban van Schouwen en het District Noorderstrand van Schouwen, is in onderhoud en beheer bij den Rijks-Waterstaat. Ten oosten van deze lijn berust de verdediging grootendeels bij het waterschap Schouwen. Enkele hoofden en gedeelten van de duinvoetverdediging ressorteeren echter onder het Departement van Marine.

Van deze grenslijn tot aan den uitstekenden nol, genaamd „West Repart" treft men een strand aan met een daarachter gelegen smallen duinregel, grootendeels door basalt- of betonglooiing verdedigd.

We hebben hier weder te doen met een dergelijken toestand als in Zeeuwsch-Vlaanderen en de Zuid-Westkust van Walcheren, nl. groote diepte tot dicht voor de kust.

Terwijl de 5 M. lijn sinds 1875 vrijwel op haar plaats is gebleven, nadert de 10 M. lijn bijna overal de kust aanmerkelijk.

Het strandvak is verdedigd over de geheele lengte door lage hoofden, wier lengte uiteenloopt van 160 M. in het westelijk deel tot 100 M. in het oostelijk, hetgeen wijst op een ongunstigen toestand van het strand over laatstgenoemd deel.

De Ingenieur van Schouwen, Jhr. de Muralt, deelde mij omtrent de verdediging van dit kustvak naar aanleiding van eenige tot hem gerichte vragen de volgende wetenswaardige bijzonderheden mede.

De koppen der hoofden, die meestal voorzien zijn van een zinkstuk, worden in de laatste jaren meer en meer aangevallen en ondermijnd.

Waar geen zinkstuk aan den kop is, wordt dit meestal aangebracht, doch daarna blijkt, dat de flanken (rechts en links) worden aangevallen. Daarom zijn eenige hoofden aan den kop ook reeds van flankbezinkingen voorzien. Zijn deze aangebracht, dan zijn de koppen der hoofden voldoende beschermd.

De zinking geschiedt meestal tot 10 à 15 M. diepte. De bestorting van 1 scheepston zware stortsteen per M² wordt meestal opgestort van af den voet tegen het hoofd op, zoodat de bestorting aan den voet veel zwaarder is dan 1 scheepston per M². Het kopstuk heeft afmetingen van 60 bij 20 M. en de flankstukken van 30 bij 20 M.

De Ingenieur de Muralt is van oordeel, dat met deze hoofden het opdringen van de diepte aan het noorderstrand vermoedelijk wel tegengegaan wordt.

Een aaneengesloten bezinking acht hij zelfs in de verre toekomst niet noodig.

De afstand der hoofden.

In den Zuidwesthoek van het eiland is de onderlinge afstand der drie noordwestelijkste hoofden 200 M ; de lengte dier hoofden bedraagt ongeveer 150 M.

Bij de Rijksstrandverdediging aan de Oude Hoeve bedraagt de lengte der hoofden eveneens ongeveer 150 M.

De onderlinge afstand der eerste 23 hoofden bedraagt 150 M., die der volgende 4 hoofden 200 M.

Deze afstanden zijn zeer doeltreffend gebleken.

Bij de verdediging van den polder Schouwen ten oosten van die van het Rijk, bedraagt de lengte der hoofden 160 à 100 M., de onderlinge afstand is 175 à 75 M.

Constructie der hoofden.

De hoofden, die aan de Oude Hoeve tusschen 1860 en 1870 door den Ingenieur Jhr. van den Santheuvel werden aangelegd, waren lage, goed met steen bezette rijzen dammen, samengesteld, zooals de afbeelding in fig. 5 van bijlage 7 aangeeft Zij liepen door tot in het duin, „opdat de zee nimmer achter om den dam kon vloeien en „daardoor uitschuring van het bovenstrand na zich slepen." Tot verdediging van het zeeëind tegen ontgronding en afslag werden daar goed bestorte zinkstukken beneden laagwater aangebracht. Deze zinkstukken schoten 3 M. onder den dam. Verder werden rondom den kop zware eiken palen geslagen (50 stuks), lang 4 M., dik 28/28 cM., en zoover ingeslagen, dat zij 1 M. boven de hoogte van de as van den dam staan. Deze palen werden bij latere hoofden, aangezien het nut twijfelachtig voorkwam, weggelaten. De breedte der dammen bedroeg 5 M., terwijl daar, waar het strand meer dan 90 c.M. beneden de bepaalde kruinlijn lag, aan weerszijden een plasberm werd aangebracht van 2 M. breedte. De tonrondte bedroeg 50 cM.

De dammen werden over de geheele lengte en rondom den kop opgewerkt binnen een gesloten regel perkoenen en voorts nog in de lengte bezet met 3 open rijen perkoenen.

De rijslaag werd bedekt met een puinlaag van 25 cM. en verder bezet met een goed gesloten stevig aangestopte laag gesorteerde Doorniksche steen van 25 à 35 cM. dikte.

De dam in peilraai 9, in 1864 aangelegd en die 200 M. lang was, kostte f 18000.

Deze constructie schijnt goed voldaan te hebben, zij werd ten minste bij de hoofden na 1875 weinig gewijzigd toegepast. (Zie fig. 6 van bijlage 7 Alleen de constructie der bermen onderging eenige verandering.

Verder werd de ronde dwarsdoorsnede der hoofden vervangen door een hoekige, waarbij twee hellende vlakken elkander aan de kruin snijden. Deze wijze van opbouw verdient echter geen aanbeveling. In de eerste plaats is zij niet bevorderlijk voor een gelijkmatige waterbeweging zonder warrelingen en in de tweede plaats geeft ze bezwaren bij het zetten van de steen. In 1878 werd dan ook dit hoekige dwarsprofiel weder door een rond vervangen.

Ten slotte zij opgemerkt dat men tegenwoordig de perkoenpalen *in* den dam bij vernieuwing achterwege laat. Wel worden natuurlijk die langs de zijden van een dam nog aangebracht.

V.

De Noordzeekust van Goedereede.[1])

In de verhandelingen van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van 1857—1858 deed de Ingenieur van den Waterstaat P. Caland een overzicht van de geschiedenis der zeewerken op Goedereede het licht zien. In de verhandelingen van 1867—1868 verscheen van de hand van denzelfden Ingenieur een Nota over de verdediging van het Noorderstrand van Goedereede tusschen het Flaauwe Werk en de 25 besteende rijzen dammen.

Geraadpleegde bronnen.

Aan beide bovengenoemde verhandelingen is veel ontleend van hetgeen hieronder wordt medegedeeld.

Voorts is nog geraadpleegd het „Verslag betreffende den toestand „der werken. behoorende tot het beheer of uitgevoerd onder toe- „zicht van den Hoofdingenieur van den Provincialen Waterstaat in „Zuid-Holland", den 31 Maart 1876 opgemaakt door den Hoofdingenieur J. van der Vegt.

Algemeen overzicht.

Zooals blijkt uit het uittreksel van de hydrografische kaart van de zeegaten aan den Hoek van Holland en van Goeree volgens de opnemingen van 1901—1903, trof men in dien tijd aan de West- en Noordzijde van dit eiland nergens groote diepte aan[2]). De lijn van 5 M. onder laagwater lag overal vrij ver uit de kust; zij naderde deze nog het meest aan het Flaauwe Werk. Echter heeft zich in den allerlaatsten tijd tusschen de plaat den Ooster en het strand een doorgaande geul gevormd, die de kust vrij dicht nadert vooral tusschen de palen 33 en 26.

Het eigenlijke duin met daarvoor gelegen strand vangt aan bij den Zuidwesthoek van den Springerspolder. Van hier tot aan het Flaauwe Werk zijn zoowel strand als duinvoet onverdedigd. Het

[1]) Hierbij bijlage 8 en 9.
[2]) Zie bijlage 8.

strand is van den Springerspolder af tot aan strandpaal 33 zeer breed en draagt den naam van Springer.

Aan het Flaauwe Werk is de duinvoet plaatselijk verdedigd door een steenglooiing, terwijl zich hier bovendien een aantal strandhoofden bevinden. Hierop volgt weder een onverdedigd kustvak, terwijl vervolgens tusschen de palen 16 en 4 25 steenen hoofden aanwezig zijn, die alle geheel of gedeeltelijk onder het zand bedolven liggen.

De duinen zijn van paal 38 tot 22 breed, zoodat eenig verlies nog geen direct gevaar doet ontstaan.

Aan het Flaauwe Werk is het duin zeer smal. Bij eenigszins noemenswaardigen achteruitgang daar ter plaatse zal men dadelijk dienen in te grijpen, omdat men ongeveer niets meer te verliezen heeft. Voor den Ouden Nieuwlandschen dijk is tegenwoordig een ongeveer 300 M. breed duin gelegen, zoodat hier bij mogelijken achteruitgang voorloopig niets te vreezen is. Voor de Oostduinen, die zelf slechts laag zijn, ligt een zeer zware buiten-duinregel.

Het breede strand tusschen strandpaal 38 en 33.

Zooals reeds met een enkel woord werd opgemerkt, treft men van strandpaal 38 tot paal 33 een zeer breed strand aan. De groote breedte van dit strand heeft ten gevolge, dat de duinvoet aanwint. Toch gebeurt dit minder dan de breedte van het strand doet vermoeden. Dit moet daaraan worden toegeschreven, dat het geheele strand bedekt is door een zeer dun laagje slib, dat de bovenste zandkorrels aan een verbindt en het verstuiven van het zand tegengaat [1])

Het strand bevat groote kleibanken, die tegenwoordig benoorden paal 33 door de afname van het strand bloot komen en dan geleidelijk afkalven.

Het achteruitgaande strand tusschen paal 33 en 22.

Voorbij paal 33 is de laagwaterlijn zeer achteruitgaande. De kust draagt alle kenteekenen van in een afnemenden toestand te verkeeren, nl. het strand is smal en het buitenbeloop der duinen kaal en steeds na een storm over de geheele lengte verzakkend, doordat de voet weggeslagen wordt.

Dit houdt verband met het feit, dat er zich tusschen den Ooster en het strand een geul vormt, die steeds in vermogen toeneemt.

De verdediging aan het Flaauwe Werk.

In 1739 vindt men voor het eerst melding gemaakt van het aanleggen van werken ter plaatse van het tegenwoordige Flaauwe Werk; zij bestonden uit kleine rijzen dammen. Omstreeks 1750 werd het duin over 250 M. afgestoken en met klei en rijs bedekt. De onder-

---

[1]) Dit slib wordt waarschijnlijk door onze groote rivieren aangevoerd en vindt gelegenheid bij hooge waterstanden op het droge strand te bezinken. Eigenaardig is in verband hiermede dat, hoe meer binnenwaarts het strand zich bevindt, des te geprononceerder de sliblaag optreedt.

vinding daar ter plaatse leerde toen, dat een onder een flauwe helling liggend beslagwerk beter dan eenig ander, toen in aanmerking komend, werk tegen den slag der zee bestand bleek en daarom werd in 1756 een ontwerp opgemaakt, om al de duinen langs de geheele noordzijde van het eiland onder een zekere helling af te steken en met rijsbeslag te voorzien en daar de op het strand liggende rijzen dammen telkens wegsloegen en het strand dan afnam, onder langs het bedoelde rijsbeslag een rijzen berm op het strand te maken.

Deze werken zijn echter niet uitgevoerd. Er blijkt echter uit bovenstaande, dat: 1°. de lichte rijzen dammen niet voldeden, en 2°. de toestand toen hier ter plaatse verre van gunstig was.

In 1785 heeft echter een plaat, die steeds meer uit het Westen kwam opzetten, zich aan het strand van het Flaauwe Werk aangesloten en dit strand aanzienlijk verhoogd; een gunstiger toestand was ingetreden, die jaren lang aanhield.

Omstreeks 1817 waren de werken aan het Flaauwe Werk geheel onder het zand bedolven, zij kwamen eerst in 1835 weder bloot, toen de gunstige toestand van strand en duinen weder opgehouden had. Deze afname van het strand werd zoo groot, dat men in 1836 besloot een steenglooiing te maken tot beveiliging der duinen. Dit was de bekende, onder leiding van den Ingenieur van den Waterstaat F. W. Conrad vervaardigde en volgens de denkbeelden van den Franschen Kolonel Emy ontworpen steenglooiing onder hol beloop.

De toestand bleef achteruitgaande en het gevolg was, dat men tusschen 1842 en 1854 verscheidene hoofden hier ter plaatse aanlegde en de glooiing nog eenige malen moest verlengen. Door den aanleg dezer hoofden en waarschijnlijk ook door een weder in hooge mate opdringen van zand uit het Westen schijnt omstreeks 1854 een evenwichtstoestand daar ter plaatse bereikt te zijn.

In de verhandeling van 1857—1858 wijst de Ingenieur P. Caland er op, dat „de toestand der platen en banken, die in zee voor en terzijde „van het Flaauwe Werk gelegen zijn, op dat oogenblik eenige over„eenkomst heeft met den toestand aldaar vóór het jaar 1785", waarmede, zooals hier boven werd opgemerkt, een gunstig stadium voor strand en duinen begon. „Ten westen van het Flaauwe Werk bestond „nl. een groote zandplaat, de Ooster genaamd, die meer en meer „uit zee naar binnen overkwam en waardoor het strand bewesten „het Flaauwe Werk in 1857 reeds aanzienlijk verbreed was." De veronderstelling wordt uitgesproken, dat het Flaauwe Werk weder eenmaal onder het zand zou worden bedolven.

Werkelijk heeft van dien tijd af tot 1885 een bijzonder gunstige toestand hier ter plaatse bestaan. Van dat jaar af begon ten westen van het Flaauwe Werk weder een afname van strand, die echter

tusschen de palen 22 en 19 geen merkbaren invloed gehad heeft.

In den allerlaatsten tijd wordt de eenigszins uitstekende punt bij paal 25 zeer sterk aangevallen. Het duin nam daar in het jaar 1909 17 M. af en de laagwaterlijn ging van 1900 tot 1909 ruim 200 M. achteruit, de hoogwaterlijn 95 M.

Mocht zich deze versterkte aanval op den duur ook aan het Flaauwe Werk doen gevoelen, dan zal men, omdat hier ter plaatse niets te verliezen is, welke moeite dit ook kost, de hoofden moeten behouden en het komt mij zeer wel mogelijk voor, dat men over eenigen tijd verplicht zal zijn de koppen zwaar te bezinken. om deze en het achterliggende strand te behouden.

Het is in het minst de bedoeling niet geweest hier een volledig geschiedkundig overzicht van de toestanden en de gebeurtenissen aan het Flaauwe Werk te geven. Hiervoor kan verwezen worden naar de bronnen, genoemd in den aanvang van dit hoofdstuk.

Ik heb echter een en ander omtrent de geschiedenis moeten vermelden om er de aandacht op te kunnen vestigen, hoe ter plaatse van het Flaauwe Werk geleidelijk groote veranderingen in den toestand van het strand optreden, die veroorzaakt worden door een verplaatsing van de diepte in zee.

In verband daarmede moet men uiterst voorzichtig zijn met het maken van gevolgtrekkingen omtrent den invloed van strandhoofden hier ter plaatse.

Strandvak tusschen het Flaauwe Werk en den havenmond van Goedereede.

Ten westen van den havenmond van Goedereede treft men aan een 25 tal strandhoofden.

Dit gedeelte van de kust heeft in de eerste helft van de 18e eeuw veel te lijden gehad; hiervan getuigen wel de inlaagdijken, die dicht bewesten de haven worden aangetroffen en van dien tijd dateeren (één van 1717 en één van 1727).

In 1715 brak de Oude Nieuwlandsche zeedijk door; dit gaf aanleiding in 1719 een eind binnenwaarts de Oude Nieuwlandsche dijk aan te leggen. Voor den dijk schijnt in den loop der jaren zand te zijn gestoven, echter waren na den winter van 1775—1776 de duinen overal ontzettend afgenomen en de groene Oude Nieuwlandsche dijk stak weder buiten de duinen uit.

Omstreeks 1790 bleef, terwijl aan het Flaauwe Werk een aanwinnende toestand was ingetreden, het strand oostelijk daarvan afnemen. In 1789 werd op voorstel van den Inspecteur-Generaal Brunings de Oosternol (gedeelte van den vroegeren Ouden Nieuwlandschen zeedijk) in een lagen steenen dam veranderd.

In 1806 was men met de strandverdediging bewesten de haven gekomen van hoofd 25 tot en met hoofd 4

De afname van het duin en het strand noopte er toe omstreeks 1830 nog twee hoofden aan te brengen.

De dammen ten westen van de haven verdedigden het strand boven laag water goed. Echter heeft na 1850 er een sterke stroomaanval plaats gehad, vooral bij de hoofden 5, 6 en 7, wier ligging op een hoek ook als ongunstig aangemerkt kan worden.

Gedurende de 18e en een groot deel van de 19e eeuw heeft het nu behandelde kustvak (d. w. z. dat ter plaatse der 25 dammen) onder ongunstige omstandigheden verkeerd en voortdurend heeft men hard moeten strijden om te behouden wat men had.

Zeer opvallend is nu wat in de laatste 30 jaren daar geschiedde.

De geheele toestand is sterk veranderd. Terwijl in 1875 voor en langs de dammen 5, 6 en 7 nog van 12 tot 20 M. water gepeild werd en de laagwaterlijn dan ook ver binnen de koppen der dammen lag (zie bijlage 9) is er sinds 1880 op dit geheele strandvak een sterke neiging tot aanwinnen.

De laagwaterlijn ligt nu ver buiten de koppen der dammen en de eerste dammen (25—19) liggen grootendeels en de overige geheel onder het zand. (zie bijlage 8).

De op bijlage 9 graphisch voorgestelde toename van het strand bij paal 6 doet zien hoe uitermate sterk die toename was.

Uit een en ander blijkt, dat de toestand ook hier ter plaatse geheel beheerscht wordt door invloeden van buiten.

De sterke stroomaanval aan de hoofden 5, 6 en 7.

Zooals in de vorige paragraaf reeds met een enkel woord werd opgemerkt, had na 1850 een sterke stroomaanval plaats, vooral bij de hoofden 5, 6 en 7.

Deze aanval begon in 1852 merkbaar aan hoofd 6, waarvan in 1854 de kop over 14 M. lengte in de diepte verzonk. Over een reeks van jaren had men aan de vermelde hoofden verzakkingen, nu eens zakte een kop over de geheele breedte weg, dan weder een oostelijke of westelijke helft.

Er hebben hier toen ter tijde buitengewoon sterke plotselinge verdiepingen plaats gehad. De Ingenieur P. Caland deelt mede, dat de verdiepingen in zes of zeven maanden tijd 7 tot 10 M. hebben bedragen.

Men is echter den toestand meester gebleven door het bezinken van de hoofden zoowel aan den kop als aan de flanken, dus door toepassing van dezelfde werkwijze, die tegenwoordig (zie bl. 34) op Schouwen wordt gevolgd. Op bijlage 9 is te zien hoe uitgestrekt de bezinkingen zijn, die aan eenige der hoofden werden gemaakt.

Invloed van het weglaten van een hoofd.

Opmerking verdient nog, dat van 1830 tot 1855 tusschen de dammen 2 en 4, waarvan de afstand 686 M. bedraagt, geen ander hoofd te vinden was. Hieraan is waarschijnlijk toe te schrijven, dat terwijl

het strand in die jaren over het algemeen vrij goed bewaard bleef, alleen tusschen de dammen 2 en 4 het duin en het strand sterk afnam. Toen echter in 1855 tusschen de hoofden 2 en 4 een nieuw hoofd was aangelegd van 216 M. lengte, dat in 1856 met nog 50 M. werd verlengd, heeft dit onmiddellijk de beoogde verbetering van strand en duin ten gevolge gehad.

De gevolgen van de aanwezigheid van slib in een nieuw gevormd strand.

Terwijl nu in 1876 vooral voor de hoofden 4—6 nog een groote diepte aanwezig was, begon die diepte na dien tijd, zooals reeds werd vermeld, sterk te verminderen. De aangevoerde stoffen bevatten veel slib, hetgeen waarschijnlijk is toe te schrijven aan de meer naar binnen gelegen ligging van dit kustvak. In ieder geval is een feit, dat hoe meer men oostwaarts komt, des te meer slib het strand bevat.

Deze slibafzetting heeft ten gevolge gehad, dat het strand betrekkelijk weinig heeft gestoven. Terwijl bij strandpaal 6 de laagwaterlijn sinds 1879 750 M. en de hoogwaterlijn 500 M. vooruitkwam, won men aan den duinvoet slechts een 10 tal meters aan.

De toestand is hier verder zeer eigenaardig. Het vele slib in het zand deed het strand, daar waar niet meer dagelijks het zeewater komt, weelderig begroeien met riet, sek en gras. Het strand tusschen de palen 8 en 4 wordt door het Rijk jaarlijks voor f 200 verpacht. Thans weiden de koeien, waar een 30 tal jaren geleden 10 à 20 M. water stond.

Voor dit sterk begroeide gedeelte heeft zich ongeveer 300 M. buiten den hoofdduinregel, een smalle lage nieuwe regel gevormd, die om de boven vermelde reden, nl. dat er veel slib in het zand aanwezig is,. niet sterk aanwint. Toch geeft zij bij waterstanden niet te ver boven normaal hoogwater de achtergelegen vallei bescherming; bij stormvloeden overstroomt deze duinregel echter.

Begroeiing van een steil duinbeloop, waarvan de voet niet meer wordt aangetast.

Onder deze eigenaardige omstandigheden geeft de eigenlijke hoofdduinregel een zeer zonderlingen aanblik. Deze werd nl. omstreeks 1876 nog meermalen door de golven geteisterd en daardoor steil afgeslagen. Onder den nieuw ontstanen toestand stoof er voor dit steile beloop geen duinvoet aan; echter zakte dit ook niet meer na, aangezien de bestaande voet niet werd aangetast. Het gevolg hiervan is, dat dit steile beloop is gaan begroeien.

Ik wijs hierop, omdat het niet begroeid zijn van steile buitenduinregels wel wordt toegeschreven aan het feit, dat die regels zoo steil staan; maar de werkelijke oorzaak hiervan is het voortdurend nazakken van het beloop, telkens wanneer zand van den duinvoet wordt afgeslagen.

Slenken op het strand.

Een zeer opmerkelijk verschijnsel is, dat op het eiland Goedereede van het Flaauwe Werk af tot dicht bij den havenmond bijna altijd

een reeks kreken in het strand voorkomen; deze kreken hebben aan de Oostzijde verbinding met de zee en versterven aan de Westzijde. De kreken werken langzamerhand naar het oosten op. Dikwijls treft men er twee achter elkander aan. De buitenste rug is dan onder de laagwaterlijn gelegen. Wanneer langzamerhand door het oostwaarts zich bewegen van de binnenste kreek deze verstorven is, neemt de buitenkreek haar plaats in en vormt zich buiten de laagwaterlijn weder een nieuwe.

Op alle oude kaarten, die ik ter inzage mocht ontvangen, zijn dergelijke kreken of sloeën afgebeeld.

Aan het Flaauwe Werk werd in October 1889 gepeild tot 700 M. uit den kop van hoofd 8. Een dwarsprofiel op bijlage 9 doet de aanwezigheid van een rug een 150 tal meters buiten den kop van den dam ontwaren. Evenzoo een dwarsprofiel op dezelfde plaats gepeild in 1909.

Volgens inlichtingen, ingewonnen bij lieden ter plaatse zeer goed bekend, bleek mij, dat dergelijke ruggen werkelijk altijd voorkomen.

Over rietschermen en rijsschuttingen.

Ten slotte zij hier nog een enkele opmerking gemaakt omtrent het aanwinnen van den duinvoet.

Daartoe gebruikt men tegenwoordig veelal schermen van rijshout en zeer zelden van riet. Toch kosten schermen van riet slechts de helft van die van rijshout, terwijl rietschermen, mits op goede wijze samengesteld en op *de juiste plaats* toegepast, evenveel nut stichten als rijsschuttingen.

Echter moet men rietschermen niet daar toepassen, waar de kans, dat zij in den zomer door het water worden bespoeld, vrij groot is. Zij zijn. wanneer ze door een vloed bereikt worden, onherroepelijk verloren, terwijl rijsschuttingen den niet te wilden en te hoogen vloed nog wel doorstaan kunnen. Voorts moet men de rietschermen zeer ijl construeeren en niet te hoog maken. Zijn zij te dicht, dan hoopt het zand zich aan eene zijde op en zij breken. Zij moeten zoo ijl zijn, dat het zand er doorheen stuift en aan de andere zijde dus tegendruk geeft.

Te Goedereede, waar zij met zeer veel succes worden toegepast, graaft men ze twee spit (50 cM.) diep in het zand en zorgt men, dat ze er 80 cM. uitsteken. De rest wordt afgesneden en tot andere doeleinden gebruikt.

Een foutieve constructie, die wel werd toegepast, en een gebruik op plaatsen waar dit niet had behooren te geschieden, zijn oorzaak geweest, dat de rietschermen op vele plaatsen ten onrechte in discrediet zijn geraakt.

De gebruikelijke werkwijze op Goedereede is daar, waar men onder

gunstige omstandigheden verkeert, om in het voorjaar ± 6 M. lange rietschermen te plaatsen op onderlingen afstand van 5 M. In het najaar is de ruimte tusschen deze schermen dan gewoonlijk aangezand en wordt over de bovenste helft helm geplant. In het volgend voorjaar worden opnieuw rietschuttingen gezet, die 3 M. verder reiken dan die van het vorige jaar en daarmede in ligging verspringen. De lengte bedraagt ook 6 M. Weder wordt in het najaar helm geplant over 3 M. breedte; op deze wijze werkt men door en zoo dit programma stelselmatig doorgevoerd wordt en er geen duinverlies ten gevolge van stormvloed plaats heeft, dan wordt ieder jaar 3 M. duin aangewonnen.

Op deze wijze is men er in geslaagd over grooten afstand (ongeveer bij strandpaal 15) een zeldzaam mooien duinregel kunstmatig te maken onder flauw beloop, waardoor bij aanwinst van den voet het zand ook hooger op tegen het duin stuift.

Het hoofd No. 8 in 1857 uitgebracht tot 106 M. buiten de laagwaterlijn.

De reeds in den aanvang van dit hoofdstuk vermelde nota van den Ingenieur P. Caland, opgenomen in de Verhandelingen van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van 1867—1868 is zeer merkwaardig en wordt tot op het oogenblik nog geraadpleegd als een der weinige geschriften, waarin een ontwerp-strandverdediging wordt behandeld, en de motieven worden vermeld, die tot dit ontwerp hebben geleid.

De beschouwingen in deze verhandeling geven mij aanleiding tot opmerkingen, waarvan ik eenige meen hier te moeten plaatsen, aangezien zij direct verband houden met den plaatselijken toestand voor Goedereede; de overige zullen worden vermeld in hoofdstuk XVIII, waarin over het ontwerpen van strandverdedigingen zal worden gehandeld.

Gaan wij bijlage 9 na, dan valt ons op, dat in 1857 de laagwaterlijn achter het laatste toen aanwezige hoofd (No. 7 van het Flaauwe Werk) sterk inschaart. Na den aanleg van den dam No. 8 in 1857 wordt deze inscharing oostwaarts verplaatst. Opmerkelijk is het, dat men in dien tijd op het verband tusschen het laatste eener reeks hoofden en de inscharing daarachter nog geen acht sloeg. Caland vermeldt wel, dat „de westelijkste 800 M. lengte van het onbeschutte strandvak in afnemenden toestand verkeert", doch memoreert dit als een op zichzelf staand feit en brengt dit in het geheel niet in verband met de omstandigheid, dat dit vak juist ten oosten van een reeks hoofden ligt.

Achter den laatsten dam deed zich hier in 1861 ook weer een verschijnsel voor, waarop ik reeds meer gelegenheid had te wijzen, nl. bij den achteruitgaanden toestand was daar het strand smal. Bij meting blijkt het hier veel smaller te zijn dan overal elders.

In 1857 heeft men op Goedereede het hoofd No. 8 uitgebracht tot 106 M. buiten de laagwaterlijn, om het met den kop te laten reiken tot dezelfde lijn als de vroeger vervaardigde dammen.

Hoogst merkwaardig heeft de breedte van het strand het zeewaarts uitbrengen van den dam op den voet gevolgd, derwijze, dat, toen de dam gereed was, ook het strand daar ter plaatse niet minder dan 86 M. was verbreed. Dit feit heeft den Ingenieur P. Caland tot de overtuiging gebracht, dat wanneer men dammen uitbouwt in zee, de laagwaterlijn binnen korten tijd ongeveer evenver naar buiten gedrongen wordt, als de hoofden oorspronkelijk buiten die lijn werden uitgebracht.

Dat Caland werkelijk dit gevoelen is toegedaan, blijkt wel uit de volgende aanhaling uit zijn vermelde Nota:

„Men moet echter in het oog houden, dat de dammen onderling „op bepaalde afstanden worden gelegd. Op de helft van den afstand „tusschen de dammen is het strand altijd minder breed dan nevens „de dammen en deze zullen dus altijd *zooveel langer moeten zijn dan „de* **vereischte breedte voor het strand,** *als men rekent, dat de laag- „waterlijn tusschen de dammen landwaarts kan inscharen.*"

In werkelijkheid volgt de laagwaterlijn de koppen der hoofden, wanneer men dammen in zee uitbrengt, als regel in het geheel niet dermate als hier wordt voorgesteld. Daarom is het dat met het toepassen van de voorschriften door Caland in deze Nota gegeven eenige voorzichtigheid in acht genomen moet worden. Hierop wordt in hoofdstuk XVIII nader teruggekomen.

Het schijnt echter wel de moeite waard eens na te gaan, waardoor de abnormale toename van het strand na den aanleg van het hoofd van 1857 veroorzaakt werd.

Vergelijken we de laagwaterlijn van 1861 met die van 1857, dan zien we dat deze lijn overal, behalve daar waar de inscharing achter het laatste hoofd plaats had, aanzienlijk is naar buiten gekomen. Er was in die jaren, zooals ook reeds op bl. 41 werd opgemerkt, een neiging tot toename van het strand, ook daar waar hoofd 8 geen invloed kon uitoefenen en onder de omstandigheid, dat veel zand wordt aangevoerd, kan het geen verwondering baren, dat een zandvanger, zooals de dam van 1857 was, werkelijk veel zand verzamelt.

Ik meen dan ook, dat het aan deze algemeene neiging van het strand tot aanwinnen moet worden toegeschreven, dat de dam van 1857 schijnbaar zulke buitengewoon gunstige resultaten heeft opgeleverd.

VI.

Algemeene beschouwingen omtrent het groote verschil tusschen den aard der strandverdediging benoorden en bezuiden den Hoek van Holland.

Algemeene opmerkingen.

De tot nu toe beschouwde gedeelten der Nederlandsche kust zijn in haar wezen zoo geheel verschillend van die, gelegen benoorden den Hoek van Holland, dat er niet tot de behandeling van deze laatste zal worden overgegaan, alvorens op dit verschil nog eens zeer den nadruk gelegd en het nader uiteengezet te hebben.

Bij deze beschouwingen zal geheel worden afgezien van de strandverdedigingen langs diepe geulen, zooals die langs de monden der Wester-Schelde, de zuidwestkust van Schouwen en het oostelijk deel van het Noorderstrand van dit eiland, en de verdediging. welke vroeger bestond bewesten den havenmond van Goedereede. Hun werking en nut is in hoofdstuk III uitvoerig uiteengezet en is geheel verschillend van die der hoofden aan vlakke stranden.

Maar ook de laatstbedoelde hoofden, alle gelegen langs vlakke onderzeesche oevers en derhalve oogenschijnlijk alle onder vergelijkbare omstandigheden verkeerende, zijn in werkelijkheid bezuiden den Hoek van Holland aan geheel andere krachten en invloeden blootgesteld dan benoorden dit punt.

Het oogenblik, waarop men tot strandverdediging zal overgaan.

De hoofden op de Noordkust van Walcheren (bijlage 4) bij de Oude Hoeve op Schouwen (bijlage 6 en 7) en aan het Flaauwe Werk op Goedereede (bijlage 8 en 9) liggen aan de monden van zeegaten, waarin zeer afwisselende geulen en banken voorkomen.

Op plaatsen waar nu groote diepte staat, trof men dikwijls eenigen tijd geleden banken aan en het opwerken van banken oostwaarts,

d. i. meer naar binnen, is een veelvuldig voorkomend verschijnsel, (vergelijk hiermede bl. 18, 31, 39 en 41).

Is het duin achteruitgaande, dan is men op een oogenblik verplicht een strandverdediging aan te leggen, die nooit nalaat haar goede werking te doen gevoelen. Somtijds echter komt er later weder zand uit het westen opzetten, dat de verdediging verder onnoodig maakt en haar somtijds geheel bedekt, zooals o. a. het geval is bij de hoofden tusschen de Westkapelsche zeewering en Domburg, de westelijkste der hoofden aan de Oude Hoeve en bewesten den havenmond van Goedereede en eenige malen het geval was bij de verdediging aan het Flaauwe Werk.

Dit verklaart dan ook hoe men in het zuiden van ons land er mede wacht om tot een strandverdediging over te gaan zoolang als dit maar eenigszins mogelijk is, b. v. totdat een doorbraak ontstaan is of dreigt te ontstaan, gelijk b. v. aan het Flaauwe Werk en de Oude Hoeve het geval was. Men loopt toch steeds de kans, dat weder verbetering in den toestand ontstaat en de aangelegde strandverdediging voor jaren onder het zand zal verdwijnen.

Duidelijk spreekt het een en ander uit het feit, dat men een 50-tal jaren geleden er sterk over dacht, een strandverdediging aan te brengen tusschen het Flaauwe Werk en de 25 hoofden op Goedereede. Dit werd toen uitgesteld en op het oogenblik zal niemand er over denken tot verdediging van dit kustvak over te gaan.

In het Noorden is dit geheel anders.

Daar mag het al gebeuren, dat een kustvak eens het eene jaar wat toeneemt, het andere wat afneemt, men heeft daar echter in 't algemeen gedeelten van de kust, die in den loop der eeuwen voortdurend achteruitgaan, andere weder, die al sinds vele tientallen van jaren in vooruitgaanden toestand verkeeren.

Wacht men hier dus met een strandverdediging, dan weet men dat ze als regel binnen afzienbaren tijd toch gemaakt moet worden en wellicht bij uitstel hieraan grootere geldelijke opofferingen gepaard moeten gaan.

In het Zuiden van ons land daarentegen kan men veelal de hoop voeden, dat, wanneer men het nog eenige jaren zonder verdediging kan stellen, er wel weder een verbeterende toestand zal intreden, waardoor voorshands geheel van strandverdediging kan worden afgezien [1]).

---

[1]) Aan dit zeer belangrijke onderscheid tusschen de toestanden in het noorden en het zuiden, waarmede bij het kiezen van het tijdstip voor het aanleggen van hoofden steeds rekening moet worden gehouden, is niet altijd de noodige aandacht geschonken. Zoo kan in verband hiermede gewezen worden op het gepubliceerde rapport van den Hoofd-Ingenieur van

De constructie der hoofden.

Afgezien van het bovenstaande — dat betrekking heeft op de keuze van het oogenblik, waarop men tot strandverdediging zal overgaan, doch op de keuze der constructie van weinig invloed meer is, wanneer men eenmaal tot den aanleg besloten heeft — is er nog een ander groot onderscheid tusschen de beide bedoelde gedeelten der Nederlandsche kust, waaruit juist de onderling *afwijkende wijzen* van samenstelling der hoofden kunnen worden verklaard.

Benoorden den Hoek van Holland is onze kust schoon; afgezien van een bankengebied, dat zich hoogstens tot 1250 M. in zee uitstrekt, bevinden er zich voor den wal geen ondiepten. In het zuiden is dit geheel anders. Het meest open schijnt daar nog te liggen het noordweststrand van Walcheren, maar ook hiervoor liggen in zee belangrijke ondiepten.

Die banken zijn oorzaak, dat de golven alvorens het strand te bereiken, gebroken worden. Dit heeft in de eerste plaats het directe gevolg, dat de hoofden licht geconstrueerd kunnen worden, met name dat dit het geval is met de steenglooiingen van die hoofden.

Maar indirect heeft dit feit op de constructie der hoofden een veel grooteren invloed.

Zooals bekend is, woelen de golven bij storm het zand los en de getijstroomen voeren het losgewoelde zand weg. Hierdoor worden de strandschommelingen langs onze kusten veroorzaakt. Waar nu in het Zuiden de golven zooveel minder zwaar zijn, baart het geen

---

den Provincialen Waterstaat in Zuid-Holland van 27 Juli 1894, No. 1040, omtrent een strandverdediging voor Scheveningen (zie Verslag omtrent den toestand van het Hoogheemraadschap Delfland over 1894), waarin het volgende o. a. als reden wordt opgegeven deze nog uit te stellen:

„De geschiedenis van de zeewering van *Goedereede* is daar om te bewijzen, dat de sterke achteruitgang op een zeker punt niet noodwendig „moet aanhouden en dat uitstel ten aanzien van den aanleg van werken „niet altijd is af te raden.

„Benoorden het *Flauwe werk*, b.v. waar in het jaar 1836 tot duinverdediging door middel van steenglooiing werd overgegaan en waar vervolgens door hoofden de voet dier glooiing werd beschermd, was een „sterk inscharend oevervak en reeds omstreeks het jaar 1865 werden „plannen ontworpen, om dit oeverwerk te verdedigen, aansluitende aan „het *Flauwe werk* ten zuidwesten en aan de kustverdediging bekend onder „den naam van de 25 dammen beoosten dat strandvak. De uitvoering „bleef toen door min of meer toevallige omstandigheden achterwege en is „zonder nadeel voor de kustverdediging tot heden niet tot stand gekomen.

„Zoo ook is de mogelijkheid niet uitgesloten, dat de toestand van het „*Scheveningsche strand* wederom stationair wordt, zooals dit voor jaren „het geval was. Alleen voortgezette waarnemingen zullen daaromtrent „licht kunnen verspreiden".

Zeer terecht komt de Ingenieur van Delfland in zijn eveneens gepubliceerde rapport van 15 October 1894 hier tegen op.

verwondering, dat de vermageringen van het strand daar na een storm ook lang zoo sterk niet zijn als benoorden den Hoek van Holland. Werkelijk is het een vaststaand feit, dat de schommelingen der Zeeuwsche stranden op lange na niet zoo groot zijn als die der Hollandsche. (Vergelijk hiermede hoofdstuk XIV).

De groote invloed hiervan op de te volgen constructie van strandhoofden werd reeds in hoofdstuk III behandeld.

Vergelijkt men b.v. de Schouwensche hoofden met die van Delfland of in Noord-Holland, dan springt de lichtere constructie der eerstgenoemde sterk in het oog. Met name b.v. bleek een afsluiting van de hoofden met perkoenpalen, die op Schouwen steeds goed voldaan heeft, in Noord-Holland herhaaldelijk te licht. Een constructie van hoofden zonder toepassing van rijshout, zooals met goed gevolg in Zeeuwsch-Vlaanderen geschiedt, evenals eene, zooals voor Domburg wordt gebezigd, zou in het Noorden zeker onvoldoende blijken.

Over het uitsteken der hoofden buiten de laagwaterlijn.

Verder zij opgemerkt, dat op den vasten wal van Noord-Holland bij den kleinen onderlingen afstand der hoofden van 200 M. gebleken is, dat bij den evenwichtstoestand de laagwaterlijn ongeveer 35 M. komt te liggen binnen de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk der verschillende hoofden verbindt; bij 300 M. onderlingen afstand wordt dit ongeveer 60 M. Duidelijk ligt nu met het oog op den geringeren aanval voor de hand, dat men in Zeeland hetzelfde bereikt bij een minder ver zeewaarts reiken der hoofden, m. a. w. dat daar zich een evenwichtstoestand zal vormen, waarbij de laagwaterlijn niet zoover binnen de koppen der hoofden ligt.

Dit is dan een noodzakelijk *gevolg* van den toestand aldaar en men moet zich hoeden voor de opinie, die ik in Zeeland verscheidene malen vernam, dat de Hollandsche hoofden zoo noodeloos ver in zee reiken. De ligging welke — bij een zekeren onderlingen afstand der hoofden — de laagwaterlijn op den duur t. o. v. de koppen der hoofden verkrijgt, wordt door de natuur bepaald en is iets, waar de ontwerper der hoofden niets aan doen kan (vergelijk hiermede Hoofdstuk XVI).

Slotopmerking.

Al het bovenstaande wijst er reeds op, dat de Zeeuwsche hoofden veel goedkooper kunnen zijn dan de Hollandsche; met name het minder ver in zee reiken en de lichtere constructie van alle onderdeelen geven hiertoe aanleiding. Hiertegenover staat echter, dat in Zeeland het tijverschil zooveel grooter is en daarom de hoofden voor zoover ze liggen op het natte strand van zelf langer zijn.

VII.

De Delflandsche kust.[1])

Geraadpleegde bronnen.

Bijzonderheden omtrent dit gedeelte van de Nederlandsche kust zijn te vinden in de volgende gepubliceerde werken:

Open brief aan de Provinciale Staten van Zuid-Holland, betrekkelijk het gebeurde met de zeeoever-verdediging ten jare 1849, tusschen Scheveningen en den Hoek van Holland door Mr. A. A. J. Meylink.

Iets over den toestand der zeewering van Delfland en de wijze om die te onderhouden door Mr. R. J. M. de Graaff, uitgegeven in 1853.

De zeeweringmuur langs het strand te Scheveningen door I. A. Lindo, en

De zeewering en duinen van het Hoogheemraadschap van Delfland door den Ingenieur van Delfland J. Groenendaal Jr.

De beide laatste verhandelingen zijn afgedrukt in het Gedenkboek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Vooral op het laatste der genoemde artikelen wordt bijzonder de aandacht gevestigd.

Korte Geschiedenis van de Delflandsche kust.

De achteruitgang van de Delflandsche kust is in de laatste 300 jaren zeer beduidend geweest. Duidelijk blijkt dit uit bijlage 10, waarop zijn geschetst de strandlijnen van 1611, 1712, 1737, 1805 en 1896. De drie eerstgenoemde lijnen zijn overgenomen respectievelijk van de kaarten van Floris Balthasar, N. en J. Kruchius (Cruqius) en J. Bloteling.

Volgens bijlage 10 is de laagwaterlijn ter plaatse van strandpaal 115 in de jaren 1611—1712 een 300 tal meters, van 1712—1737 bijna 250 meters en van 1737—1805 ruim 150 meters achteruitgegaan. De aanval schijnt het sterkst geweest te zijn tusschen dezen paal en Terheide; van dit dorp af naar Scheveningen nam de achteruitgang geleidelijk af.

---

[1]) Hierbij bijlage 10.

Reeds in de eerste helft der 16e eeuw werden voor Scheveningen en Terheide „plaetinge" gemaakt tegen het duinbeloop. Het waren duinvoetverdedigingen van hout, waarvan de bedoeling waarschijnlijk niet zoozeer was om een algemeenen achteruitgang van de kust tegen te gaan, als wel om de dorpen op de plaats te kunnen handhaven.

Overigens bestond hetgeen men tot verdediging deed tot de 17e eeuw in hoofdzaak uit het planten van helm op de duinen.

Men is reeds eeuwen geleden genoodzaakt geworden om tot het treffen van krachtige maatregelen over te gaan, ten einde het achtergelegen land tegen overstrooming te vrijwaren.

De talrijke slaperdijken, die grootendeels reeds van zeer ouden datum zijn, getuigen hier wel van. Bij het dorp Terheide was men reeds in 1618 verplicht den duinregel tot een zanddijk om te werken.

In 1714 was de duinregel bezuiden Terheide doorgebroken, hetgeen ten gevolge had, dat de Delflandsche Maasdijk door het zeewater bespoeld werd.

Nadat sedert 1718 verschillende proeven genomen zijn met strandverdedigingswerken, o. a. bestaande uit houten schermhoofden of schuttingdammen met bermen van rijshout en steen ter weerszijden, is men in 1791 aangevangen met het leggen van de eerste eigenlijke hoofden, van palen, rijshout en steen samengesteld.

De Ingenieur Groenendaal merkt op, dat er ongeveer twee eeuwen mede waren gemoeid geweest om door allerlei proeven met rietschuttingen, plaetingen, staketwerken en stakethoofden en houten schermhoofden of schuttingdammen te komen tot een bepaald stelsel van rijzen en steenen hoofden.

In den aanvang heeft men door deze hoofden, waarvan er in 1800 reeds een elftal bestonden, den achteruitgang nog niet geheel tot staan gebracht; wanneer de stormvloeden het duin deden afnemen, werden de bestaande hoofden veelal achterwaarts verlengd en noordwaarts nieuwe aangelegd. Bovendien was men verplicht den zanddijk telkens achterwaarts over te werken.

In 1826 lagen er 21 hoofden; daarna is het voortzetten van de strandverdediging noordwaarts bijna 25 jaren gestaakt.

Omstreeks 1850 verkeerde de geheele zeewering in slechten toestand en deze was in de laatste jaren nog sterk achteruitgegaan.

In een Open brief aan de Provinciale Staten van Zuid-Holland in 1850 opgesteld door Mr. A. A. J. Meylink, advocaat bij den Hoogen Raad der Nederlanden, vindt men op blz. 37 aangeteekend, dat geheele uitstekende bochten der zeewering zijn verdwenen, zoodat men thans (1850) te Terheide de te Scheveningen op het strand staande scheepjes kan bespeuren, hetgeen vroeger nimmer mogelijk was. Ook de aanzienlijke veenbonken, welke na elken aanmerkelijken vloed

van onder het zand boven op het strand gevonden werden, getuigden van de sterke afname. Daarenboven waren de 21 steenen dammen achterwaarts verlengd moeten worden, omdat de einden van lieverlede meters ver van het duin verwijderd lagen. De steenen dam No. 11, welke f 22000 kostte, is in 20 jaren tweemaal verlengd, telkens met 10 M.

In de jaren 1855—1856 werd de verdediging zoowel noordwaarts als zuidwaarts voortgezet.

In 1856 was men zuidwaarts gekomen tot vlak bij den Hoek van Holland en in 1867 noordwaats tot halverwege strandpaal 105 en 104.

Eerst in 1886 is men toen met den aanleg van hoofden benoorden dit punt voortgegaan en heeft nu bijna de grens van Rijnland bereikt.

In den loop der jaren zijn tusschen de bestaande hoofden eenige andere aangelegd, genaamd 3a, 4a, enz., ter plaatse waar gebleken was, dat de bestaande afstand der hoofden te groot was.

In 1850 was b.v. de toestand zoo, dat de hoofden 1, 2, 3, 3a en 4 op een onderlingen afstand van gemiddeld nog geen 200 M. gelegen waren, de overige op ongeveer den dubbelen afstand. Men vindt in een brochure van 1853 van Mr. R. J. M. de Graaff, advocaat bij den Hoogen Raad der Nederlanden, opgeteekend, dat ter plaatse van de kort bijeen gelegen dammen door deze „het meeste nut gesticht „wordt en zij het meest afdoende blijken te zijn, daar het strand „aldaar zichtbaar aanmerkelijk hooger is dan tusschen de overige „dammen".

In de laatste jaren is een aanvang gemaakt met het zeewaarts verlengen van hoofden op het meest aangevallen gedeelte van het strand. Hierop wordt uitvoerig teruggekomen.

Beschrijving van de Delflandsche kust.

Aan de zuidzijde van het nu te behandelen kustvak steekt het Noorderhoofd van den Rotterdamschen Waterweg aan den Hoek van Holland ongeveer 1900 M. uit buiten de lijn, die de strandpalen 118 en 120 verbindt. Niet alleen heeft dit hoofd een sterke aanzanding ten gevolge gehad, die zich ongeveer tot paal 116½ doet gevoelen, maar tevens worden daar ter plaatse de lijnen van 2.5 M. en 5 M. — L. W. sterk naar buiten gedrongen. zooals duidelijk blijkt uit de hydrografische kaart van het Zeegat aan den Hoek van Holland van 1902.

Ofschoon hier niet zal ingegaan worden op de vraag, of ook dit *een gevolg* is van de dammen te Hoek van Holland, zij toch opgemerkt, dat de dieptelijn van 12 M. zich reeds bij paal 112 in zuidwestelijke richting zeewaarts ombuigt, die van 11 M. bij paal 113, die van 10 M. bij 114, en van 8 M., 7 M. en 6 M. bij paal 115.

Het geheele gedeelte van het strand bezuidwesten paal 116½ bevindt zich onder den invloed van die dammen in uiterst gunstige conditie.

De laagwaterlijn werd sterk naar buiten gedrongen en hoogwaterlijn en duinvoet volgden.[1])

Door den Ingenieur Groenendaal wordt het Noorderhoofd toegeschreven, een versterkten aanval noordelijker tengevolge te hebben[2]) en wanneer men vergelijkt hetgeen bleek het gevolg te zijn van de hoofden te IJmuiden (zie hoofdstuk X), dan kan gereedelijk worden aangenomen, dat dit het geval was. Of echter die vermeerderde aanval zeer sterk was, moet worden betwijfeld.

Tusschen paal 117 en paal 115 liggen een 9 tal hoofden op onderlingen afstand van 250 M. Ze werden aangelegd in 1855 en 1856 en zoover kon worden nagegaan sindsdien niet meer zeewaarts verlengd.

Het gevolg is geweest, dat ter plaatse van strandpaal 116 een volkomen evenwichtstoestand is ontstaan, echter bij paal 115 bleef de duinvoet achteruitgaan en wel over het tijdvak 1857 tot 1909 ruim 40 M. Dit wijst wel op een sterkeren aanval bij paal 115 dan bij 116.

Benoorden paal 115 tot aan het dorp Terheide (paal 111, 7) liggen de hoofden op afstanden van ongeveer 190 M.; zij werden reeds in het einde van de 18e eeuw aangelegd, uitgezonderd die gemerkt 3a, 4a, enz., wier aanleg (zie bl 52) van veel later dateert. De hoofden liggen hier dichter bij elkander en toch heeft men in weerwil daarvan sinds 1857 veel verloren.

Hieruit blijkt wel, dat men benoorden strandpaal 116 geleidelijk op het meer aangevallen gedeelte komt.

Tot paal 113½ bij Arendsduin treft men achter een kunstmatige zeewering een slaperdijk-aan op zekeren afstand hiervan. Even benoorden Arendsduin valt de slaperdijk ongeveer samen met de zeewering, om zich daarvan weder te verwijderen en dood te loopen in de duinen bij paal 110, waar deze plotseling veel breeder worden.

Tusschen paal 116 en 110 wordt de zeewering dus gevormd door een zanddijk of door een smallen natuurlijken duinregel, waarachter een slaperdijk, die echter bij Arendsduin samenvalt met den buitenzanddijk.

Tusschen den buitenzanddijk en den slaperdijk bevindt zich het dorp Terheide.

Op dit gedeelte treffen de omstandigheden samen, dat het kustvak zeer sterk aangevallen wordt en dat men er bezwaarlijk veel meer verliezen kan, anders dan op gevaar af, dat de slaperdijk steeds meer opgenomen wordt in den buitenzanddijk en er dus geleidelijk over steeds grooter gedeelte geen slaperdijk aangetroffen

---

[1]) Vergelijk hiermede ook Hoofdstuk X.
[2]) Vergelijk hiermede het Verslag over den toestand van Delfland in 1894, bijlage M.

en de bebouwde kom van het dorp Terheide door de zeewering verdrongen zal worden.

De Ingenieur van Delfland, Groenendaal. is tot de slotsom gekomen, dat de wenschelijke wijze om verderen achteruitgang te stuiten, bestaat in het zeewaarts verlengen der hoofden, een werk waarmede men in 1889 en 1896 is aangevangen en dat men in de laatste jaren weder met kracht heeft ter hand genomen.

De motieven, die hebben gegolden om tot die verlenging over te gaan, zullen, alvorens met de beschrijving van het kustvak wordt voortgegaan, hieronder worden vermeld en daarbij tevens eenige opmerkingen worden gemaakt, waartoe de beschouwingen van den Ingenieur Groenendaal aanleiding geven.

Eenige beschouwingen omtrent lange, ver in zee reikende hoofden, in verband met de verlenging zeewaarts van eenige Delflandsche hoofden.

De Ingenieur van Delfland J. Groenendaal Jr. deed 27 Januari 1896 een zeer lezenswaardig rapport het licht zien, over den toestand van Delflands zeewering, na de stormvloeden van 5, 6 en 7 December 1895. [1])

Dit rapport is zeer belangrijk, omdat het het gevoelen omtrent de verdediging van een zeer aangevallen kustvak weergeeft van een op dit gebied zoo bij uitstek deskundige als genoemde ingenieur van Delfland.

Aan de hand van dit rapport kunnen omtrent het kustvak nog de volgende bijzonderheden medegedeeld worden.

Voor het deel van Delfland tusschen strandpaal 115 en 110 is de duinvoet van het jaar 1878 af tot 1895 gaandeweg achteruitgegaan. De hoogwaterlijn daarentegen heeft zich beurtelings land- en zeewaarts verplaatst; zij is zeer veranderlijk, doch niet zoo bepaald achteruitgaande als de duinvoet. De laagwaterlijn is wel aan veranderingen onderhevig doch schommelt om een bepaalden stand en *is vrijwel constant te noemen.* De jaarlijksche peilingen doen zien, dat de toestand van den onderzeeschen oever niet bepaald ongunstig is.

De heer Groenendaal merkt op, dat de oorzaak van bovenvermelde verschijnselen hierin gelegen is, dat de onderzeesche oever, zoowel als het strand een bepaalde helling tracht aan te nemen. „Zoolang „die vereischte helling, welke door het regime van de kust gevormd „wordt, niet bereikt is, blijft de duinvoet zich landwaarts verplaatsen, „totdat een zekere evenwichtstoestand verkregen zal zijn. De mogelijk„heid om dien evenwichtstoestand te bereiken, wordt verschaft door „de hoofden en wel door hunne lengte in verband met hunnen afstand."

Uit bovenstaande blijkt duidelijk, dat ook de heer Groenendaal

---

[1]) Afgedrukt als bijlage M. van het Verslag omtrent den toestand van het Hoogheemraadschap Delfland van 1895.

van gevoelen is, dat bij den aanleg van hoofden het strand eerst geleidelijk zijn evenwichtstoestand bereikt en dat al houdt men door de hoofden de laagwaterlijn op de plaats voorloopig de duinvoet blijft achteruitgaan.

Dit feit staat dan ook werkelijk onomstootelijk vast; hierop werd o. a. reeds gewezen in Hoofdstuk IV en het zal in Hoofdstuk XV nog nader worden toegelicht.

In 1895 hielden dus de bestaande hoofden reeds de laagwaterlijn vrijwel op hare plaats, behoudens de schommelingen, terwijl de koppen der hoofden gemiddeld 80 M. buiten de laagwaterlijn lagen.

Vervolgens worden de verschillende systemen van verdediging duidelijk uiteengezet.

In de eerste plaats kan een verdediging plaats hebben met hoofden van zoodanige lengte, dat de evenwichtstoestand nog niet dadelijk verkregen wordt. Men laat dan strand en duin zoolang afnemen, totdat de evenwichtstoestand is ingetreden, men retireert dus met de verdediging; het buitenduinbeloop wordt hierbij onverdedigd gedacht. De hoofden worden dan achterwaarts verlengd, zoo dikwijls de worteleinden van de zeewering losgeraken door de afname van den duinvoet. Waar de duinrij niet meer aanwezig is, d. w. z. waar zij reeds tot een kunstmatigen zanddijk is omgewerkt, kan deze wijze van verdediging slechts zoolang gevolgd worden, als die kunstmatige regel nog voldoende breedte heeft; wordt deze te gering, dan moet hierbij noodwendig volgen een verzwaring aan de binnenzijde.

Men kan echter ook dadelijk een systeem toepassen, waarbij de hoofden in zee zoo verre worden uitgebouwd op onderling niet te grooten afstand, dat men de bestaande laagwaterlijn zooveel naar buiten dringt en daardoor het strand zoodanig verhoogt, dat de duinvoet niet meer achteruitgaat.

Ten slotte kan het 1ste systeem nog worden gecombineerd met een kunstmatige verdediging van het buitenduinbeloop, waarbij echter steeds gezorgd moet worden, dat de strandafname tot staan gebracht wordt, waartoe dan toch de aanwezigheid van hoofden een vereischte is.

Met al deze beschouwingen kan, zooals duidelijk is, volkomen worden ingestemd.

Tusschen de strandpalen 110 en 115 moest men na elken belangrijken hoogen stormvloed retireeren. De telkens noodig geworden verzwaringen van den zanddijk aan de binnenzijde hebben jaarlijks van 1884—1895 gekost gemiddeld f 18000, waaronder dan nog niet begrepen zijn de kosten van het verlengen der losgelaten worteleinden der hoofden. Het doorgaan met retireeren is volgens den

heer Groenendaal niet mogelijk op den duur, want zou men dit willen doen, dan zou men op twee bezwaren stuiten. Ten eerste is bij Arendsduin de kunstmatige zeeregel reeds over groote lengte met den slaperdijk verheeld; van het bestaan van een slaperdijk is op dat punt eigenlijk geen sprake meer, terwijl een dergelijke dijk toch zeer gewenscht geacht kan worden. Het tweede bezwaar is, dat men te Terheide den zeeregel niet verder kan terugtrekken, daar dan de kom der Gemeente aangetast zou moeten worden.

„Behalve de blijvend terugkeerende verzwaring, welke gemiddeld „± f 17000 per jaar blijft vorderen, zou dan bovendien een binnen-„waartsche verlegging van den slaperdijk moeten volgen."

De kosten hiervan worden geraamd op f 580000. „Niettegenstaande „deze groote kosten, heeft men dan nog altijd de blijvend terugkee-„rende kosten van verzwaring van den zeeregel, benevens de kosten „van het telkens verlengen van de worteleinden."

Hoe het mogelijk is na hetgeen hierboven gezegd werd — nl. dat toch ook bij aanvankelijk niet zeer ver in zee reikende hoofden, geleidelijk de evenwichtstoestand verkregen zal worden — dat er van *blijvend* terugkeerende kosten van verzwaring van den zeeregel en van *telkens* verlengen van de worteleinden der hoofden sprake zal zijn, is mij niet duidelijk.

Het maakt den indruk, dat in dit rapport de beschouwingen eenigszins partijdig gekleurd zijn voor het systeem van lange hoofden.

Nog sterker wordt die indruk verkregen bij het lezen van een later rapport van den heer Groenendaal van 20 Mei 1905, dat een vervolg op het bovengenoemde is. [1])

Er wordt daar in de eerste plaats op de gunstige werking van de verlenging van eenige hoofden zeewaarts gewezen. Het strand werd 1 à 1.50 M. verhoogd.

Voor de wenschelijkheid om het retireeren niet langer voort te zetten, worden drie redenen opgegeven:

ten eerste, het verkrijgen van een gewenschte regelmatige kustlijn en van een regelmatig strand;

ten tweede, kan bij het toepassen van een retireerende verdediging de onderzeesche diepte toch zich landwaarts verplaatsen en de koppen der hoofden naderen, welke hierop niet geconstrueerd zijn, omdat zij in ondieper water zijn gefundeerd;

ten derde is men dan toch genoodzaakt grootere kosten te maken om de tegenwoordige koppen der bestaande hoofden dieper en breeder te bezinken en te bestorten, zoodat het minstens zeer twijfelachtig

---

[1]) Afgedrukt als bijlage LB van het Verslag omtrent den toestand van het Hoogheemraadschap Delfland van 1905.

is, of in dit stelsel van retireeren op den duur wel eenig voordeel gelegen zou kunnen zijn.

Wat de eerstvermelde reden betreft, het belang hiervan is — omdat de onregelmatigheid van de kustlijn toch nooit groot zal zijn — m. i. niet overwegend.

Hetgeen onder het tweede punt gememoreerd wordt, is werkelijk van groot belang en hierop wordt niet altijd genoeg de nadruk gelegd, wanneer er sprake is van den aanleg van een retireerende verdediging. Toch moet echter aangenomen worden, dat hier, waar de laagwaterlijn reeds in rust is en de hoofden al lang bestaan, er wel geen sprake meer zal zijn van een diepte, die de hoofden zal naderen, anders dan hoogstens *zeer* langzaam (ten gevolge van een algemeen naderen van de diepte in zee).

Wat echter het derde punt betreft, komt het mij voor dat de daarin vermelde beschouwing met het volgende aangevuld kan worden. De verlenging van de hoofden heeft een sterke strandverhooging ten gevolge, b. v. van 1 à $1^{1}/_{2}$ M. Het gevolg hiervan is, dat reeds spoedig een groot gedeelte van het hoofd onder het zand geraakt; hieraan heeft men niets meer. Voorts moet aangenomen worden, dat de diepte langs de hoofden over hun geheele lengte, behoudens het meest naar buiten gelegen deel, geringer wordt en dus een deel hiervan onder het zand zal geraken.

Hierop wordt gewezen om te betoogen, dat bij uitbouw veel werk gemaakt wordt, dat onder het zand geraakt en dat dus geen dienst doet om *op den duur* een evenwichtstoestand te handhaven.

Er moet dus veel meer werk gemaakt worden om een evenwichtstoestand te bereiken, dan bij een retireerende verdediging, waarbij om zoo te zeggen steeds niet meer vervaardigd wordt dan hetgeen men strikt noodig heeft. Hiertegenover staat echter weder, dat men bij een retireerende verdediging veelal genoodzaakt is het hoofd één of meermalen te verlagen.

Na bovenstaande beschouwingen zal de beschrijving van de Delflandsche kust vervolgd worden.

Vervolg van de beschrijving van de Delflandsche kust.

In 1889 en 1890 werden de hoofden 3a en 11 met 100 M. zeewaarts verlengd en in 1896 de hoofden 4a, 5a en 6a.

Tusschen K. M. $114^{1}/_{2}$ en $113^{1}/_{4}$ komen nu sinds 1896 4 lange hoofden voor, op onderlingen afstand van bijna 400 M., waarvan de werking kan worden nagegaan. Midden tusschen twee lange hoofden komt nog een kort hoofd voor.

Van 1895—1908 was de aanwinst van den duinvoet bij paal 113, 3 M. bij paal 114, 6 M.; daarentegen bij paal 112 het verlies 2 M., bij paal 115, 20 M.; de hoogwaterlijn werd naar buiten gedrongen bij paal 113, 33 M., bij paal 114, 22 M., terwijl zij bij paal 112 slechts 4 M. naar buiten

en bij paal 115, 19 M. naar binnen kwam, voorwaar sprekende cijfers om het nut der lange hoofden aan te toonen.

Het strand bleek ter plaatse van die lange hoofden in 10 jaren tijd 1 M. à 1.5 M. te zijn verhoogd.

In het rapport van den 20sten Mei 1905 besluit de Ingenieur van Delfland, dat „de ervaring en de uitkomst der laatste tienjarige „periode het *nut* en de *noodzakelijkheid* der lange hoofden afdoende „bewezen heeft en heeft aangetoond, dat uitstel *kostbaar*, *gevaarlijk* „en *onverantwoordelijk* zou zijn".

Het gevolg van een en ander was, dat in 1906 werd aanbesteed het verlengen met 100 M. van de hoofden A, 2 en 7a en in 1908 dat der hoofden 8a, 10 en 11.

Het plan in 1905 was spoedig op het strandvak tusschen paal 110 en 117 nog een 10 tal hoofden te verlengen, thans (1909) is dit met 6 hiervan geschied. Op gewenschte afstanden zullen dan over de geheele lengte van het aangevallen gedeelte der kunstmatige zeewering tusschen strandpaal 110 en 117 lange hoofden komen te liggen, waartusschen als regel telkens nog een kort hoofd.

De verlenging van drie hoofden ieder met 100 M. in 1896 kostte f 186000, dus ruim f 60000 per stuk.

In 1893 werd bij Arendsduin, ter plaatse waar de slaperdijk met den kunstmatigen zeeregel verheeld is, over een lengte van 60 M. een kleibekleeding op het afgeslechte duinbeloop aangebracht.

Ze werd in 1895 uitgebreid en wel over de volle 1000 M. tusschen de palen 113 en 114. Ze had een beloop van 4 op 1 en reikte van 1.50 M. tot 6 M. + D. P.

Deze kleibekleeding, die later nog over 500 M. werd voortgezet, bleek bij den toen bestaanden toestand van het strand niet zeer goed te voldoen. Daarom werd ze niet verder uitgebreid.

Benoorden strandpaal 110 wordt de aanval op het strand bepaald kleiner, terwijl tevens het aanwezige duin breeder is. Het gevolg was dan ook, dat terwijl men in 1826 met de strandverdediging was gekomen tot hoofd 21, men met den aanleg van hoofd 22 tot 1855 gewacht heeft.

De hoofden benoorden Terheide tot en met hoofd 21 liggen op onderlingen afstand van ongeveer 400 M.

Sinds 1857 ging ter plaatse van het op dezelfde wijze verdedigde strandvak tusschen paal 111,5 en 107 de duinvoet achteruit:

bij paal	111	. 56 M.
„ „	110	. 45 M.
„ „	109	. 35 M.
„ „	108	. 22 M.

welke cijfers aantoonen dat de aanval noordelijker op minder wordt.

In 1855 is men met de strandverdediging noordwaarts voortgegaan en had in 1867 hoofd 34 bereikt (strandpaal 104.5).

Deze later aangelegde hoofden liggen gedeeltelijk op korteren afstand.

Van paal 110 tot aan den mond van het Ververschingskanaal zijn de duinen over het algemeen breed, behalve tusschen de palen 108 en 107 ter plaatse van „Smalduin". Hier treft men achter den smallen duinregel een slaperdijk aan.

Dank zij de jaarlijksche strandmetingen kan duidelijk worden aangetoond de werking van de hoofden, nl. hoeveel meer het strand achteruitging, waar de strandhoofden ontbraken dan daar, waar zij wel bestonden, en nog veel geprononceerder hoe sterk ook hier de inscharing was achter het laatste hoofd (Zie bijlage 10, fig. 2).

In 1886 werd hoofd 35 aangelegd en in 1890 de 3 volgende, op onderlingen afstand van 500 M.

In weerwil van dezen grooten afstand der hoofden kwam sinds 1890 de duinvoet ter plaatse van paal 103 niet minder dan ruim 20 M. vooruit, wel een bewijs hoeveel gunstiger de toestand hier is dan 10 K. M. zuidelijker, en hoe, wanneer de achteruitgang van een strand slechts gering is en men die wil stuiten, een verdediging met hoofden op grooten afstand voldoende is.

De verdediging van het gedeelte benoorden het Ververschingskanaal.

In 1887 werden aangelegd de hoofden, die het ververschingskanaal van de gemeente 's-Gravenhage in zee geleiden. Deze hoofden reiken niet verder in zee dan de in 1890 aangelegde strandhoofden 36, 37 en 38, en men kon ze dan ook eenigen tijd beschouwen als de noordgrens der strandverdediging.

De bedoeling van de bewering van den Ingenieur van Delfland in het rapport van 15 October 1894 [1]) dat „de oorzaak van de afname „van het strand te Scheveningen in de eerste plaats geweten moet „worden aan de hoofden van het Waterververschingskanaal," kan dan ook niet anders zijn dan dat ook hier weer, zooals overal elders, benoorden het laatste eener reeks hoofden een inscharing is. Die inscharing vindt haar oorzaak echter niet juist in de aanwezigheid van de hoofden van het Ververschingskanaal, maar in het feit, dat bij den mond van dit kanaal toevallig de strandverdediging ophield.

Tusschen strandpaal 102 en 100 hebben de laag- en hoogwaterlijn en de duinvoet zich gedurende de jaren 1878—1887 vrijwel evenwijdig over een betrekkelijk kleinen afstand verplaatst.

Van 1887 af gaat die landwaartsche verplaatsing aanzienlijk sneller, vooral de laagwaterlijn ging zeer sterk achteruit.

---

[1]) Afgedrukt als bijlage M bij het Verslag omtrent den toestand van het Hoogheemraadschap Delfland in 1894.

Volgens het aangehaald rapport van den Ingenieur van Delfland had in het tijdvak 1887—1894 de grootste inscharing plaats bij paal 101½ en die liep van daar met eenige vermindering vrijwel evenwijdig tot aan paal 100¾.

De grootste inscharing had dus plaats 500 M. benoorden het noordelijkste hoofd en bleef vrijwel even groot tot 1250 M. benoorden dit hoofd.

Van strandpaal 100½ tot 99½ was de landwaartsche verplaatsing slechts weinig, terwijl bij 99½ aanwinst begon.

Bij paal 100½ (hôtel Rauch) was langzamerhand de duinregel zeer smal geworden; alhoewel er nog niet van direct gevaar sprake was, moest verdere achteruitgang gestuit worden, temeer aangezien hier geen slaperdijk aanwezig is.

Zeer terecht werd ingezien, dat het eenige afdoende middel om verdere afname van het strand tegen te gaan, zou zijn hoofden aan te leggen en in 1895 werd dan ook met den aanleg van een 3-tal, in 1896 met dien van een 2-tal en in 1902 met dien van nog één hoofd een aanvang gemaakt.

Ook deze hoofden kwamen weder op onderlingen afstand van 500 M. te liggen en hielpen op dezen grooten afstand afdoend, wel een bewijs dus, dat de aanval ook niet zeer sterk is.

De badplaats Scheveningen bracht hier ter plaatse eigenaardige eischen met zich, door de aanwezigheid van kostbare hôtels boven op de zeewering, waardoor terugtrekken onmogelijk was; bovendien werd de eisch gesteld voor die hotels langs nog een breede boulevard te hebben; tevens was het ongewenscht van het badstrand te verliezen, waardoor men er toe kwam hier in 1896 een bijna verticalen strandmuur aan te brengen, waardoor zeer weinig ruimte in beslag werd genomen [1]). Deze muur werd sindsdien zoowel zuid- als noordwaarts verlengd.

Dank zij deze werken kan de toestand voor Scheveningen van paal 102 af tot paal 99 nu zeer gunstig genoemd worden.

Echter treft men benoorden het noordelijkste hoofd weder een sterke afname aan, zoowel van strand als duin; welke sterk in het oog springt, wanneer men zich op het uiterste punt van den zeeweringsmuur begeeft.

Even benoorden paal 97 is van een afnemend duin geen sprake meer.

Opmerking verdient nog, dat tusschen paal 102 en 101.5 in 1900—1908 de havendammen van de visschershaven te Scheveningen zijn aangelegd.

---

[1]) Zie „De zeeweringsmuur langs het strand te Scheveningen" door I. A. Lindo, afgedrukt in het Gedenkboek van het K. I. van I.

De noordelijkste havendam en hoofd 41 zijn zeer kort bij elkander gelegen Bij een bezoek ter plaatse in het najaar van 1909 bleek mij, dat het strand bezuiden hoofd 41 aanmerkelijk (ongeveer 40 cM.) hooger was dan dat benoorden dit hoofd, terwijl aan weerszijden van hoofd 42 het strand ongeveer even hoog was. Ook hieruit bleek weder de sterke aanwinst ter plaatse, waar hoofden dicht bij elkander liggen.

Het lengteprofiel der Delflandsche hoofden in 1896—1897 aangelegd.

De Delflandsche hoofden, aangelegd volgens bestek 54, dienst 1895—1896 (3 hoofden genummerd 41, 42 en 43 en 140 M. steenglooiing aangenomen voor f 162.000) en volgens bestek 57, dienst 1896--1897 (2 hoofden genummerd 44 en 45, aangenomen voor f 134.000), liggen op onderlingen afstand van 500 M. voor de badplaats Scheveningen tusschen strandpaal 102 en 99.

Toen deze hoofden aanbesteed werden, was het strand ter plaatse zeer smal (zie fig. 3 bijlage 10). Men had niets meer te verliezen en had feitelijk reeds te lang gewacht met den aanleg ervan.

Hoe slecht de toestand was, blijkt wel hieruit, dat volgens de strandmetingen gemiddeld gedurende de jaren 1890—1894 de breedte van het natte en droge strand te zamen was bij paal 101 95 M., terwijl bij paal 98, waar aan te nemen is, dat een evenwichtstoestand aanwezig was, deze breedte bedroeg 118 M.

Het is duidelijk, dat op een plaats als hier, waar het van zeer groot plaatselijk belang was een fraai breed badstrand te hebben, een lengteprofiel voor de hoofden verkozen is, waarbij men meende te kunnen verwachten, dat de laagwaterlijn naar buiten gedrongen zoude worden, m. a. w. het strand zou verhoogen, en dit terwijl toch het duinbeloop door een zwaren strandmuur werd vervangen en daarom een strandverbreeding niet tot de — uit een waterbouwkundig oogpunt — allereerste noodzakelijkheden behoorde. Wel moest men in ieder geval zorgen, dat het strand niet meer zou afnemen, aangezien men anders kans zou loopen, dat de muur op den duur ondermijnd werd.

In verband hiermede is het volgende lengteprofiel voor de hoofden 44 en 45 aangehouden. De hoogte van de as der hoofden aan het worteleinde werd ontworpen op 1.85 M. + Hoogwater en vandaar liep ze af onder een helling van 30 op 1 tot ongeveer 40 cM. + Hoogwater. De zijden van het hoofd, welke men het liefst gelijk met het strand heeft liggen, komen dan op laatstgenoemd punt ter hoogte ongeveer van hoogwater. Daaruit zoude men opmaken, dat daar ter plaatse op den duur, wanneer de evenwichtstoestand bereikt zou zijn, de hoogwaterlijn werd verwacht en dat men rekende een droog strand te verkrijgen van ± 45 M. breedte [1]), hetgeen een maat is

[1]) In werkelijkheid is de hoogwaterlijn wat meer naar buiten gedrongen.

die zeer wel overeenkomt met hetgeen men vindt voor de breedte van het droge strand op de noordelijker gelegen, in evenwichtstoestand verkeerende, kustgedeelten, en voldoende is om het duin genoegzaam te beschermen, dus zeker genoegzame bescherming aan den voet van een strandmuur geeft. Van hier af liet men de kruinlijn van het hoofd afdalen onder een helling van 100 op 1, totdat zij bereikte een hoogte van 35 cM. boven laagwater. Hierdoor werd de plaats van den kop bepaald.

Hieruit volgt, dat aangezien het tijverschil 1.70 M. bedraagt, de afstand van de koppen der hoofden [1]) tot de hoogwaterlijn aangenomen werd op ± 175 M. In een geval als hier, waar men gebonden is aan een bepaald worteleinde, waarmede dan weder een bepaalde hoogwaterlijn verband houdt, waar men dus niet meer terug kan trekken, moet men de lengte der hoofden tastenderwijze vaststellen; men moet nl. schatten hoeveel de hoofden buiten de bestaande laagwaterlijn moeten uitsteken om deze genoegzaam naar buiten te dringen.

De ligging van de laagwaterlijn, waarbij een bepaalde duinvoet in stand gehouden, of een zekere hoogte van het droge strand voor een kunstmatige zeewering verkregen wordt, is vrij nauwkeurig bekend. (Vergelijk hoofdstuk XV). Vergelijking met verdedigde kustvakken onder soortgelijke omstandigheden kan bij het schatten van den afstand, dien op den duur de laagwaterlijn binnen het zeeëinde van de hoofden zal verkrijgen, van nut zijn.

Een beschouwing van fig. 3 bijlage 10 doet nu vermoeden, dat de hoogwaterlijn 10 à 20 M. meer naar buiten gedrongen is en dus het geheele strand iets (ongeveer 30 cM. ter plaatse van het natte strand, 60 cM. ter plaatse van het droge) hooger ligt dan verwacht werd. Terwijl hierdoor het geheele hoofd boven de hoogwaterlijn onder het zand geraakt is, is ter plaatse van de laagwaterlijn in weerwil van dien gunstigen toestand het hoofd ruim 1 M. hoog.

Deze eigenaardige toestand is toe te schrijven aan de keuze van lengteprofiel, waarbij het grootste gedeelte van het hoofd een helling heeft van 100 op 1, terwijl die van het natte strand is 50 op 1.

In het algemeen ligt het in de rede om de kruinlijn van de hoogwaterlijn tot aan of nabij de laagwaterlijn ongeveer evenwijdig te doen loopen met het te verwachten strandvlak, en van de laagwaterlijn af te doen loopen naar de vastgestelde hoogte van den kop van den dam, die wordt bepaald door de omstandigheid, dat men daar ter plaatse nog zetwerk moet kunnen maken.

---

[1]) Onder den kop van een hoofd wordt verstaan het zeeëinde van het zetwerk.

Bij het thans gekozen lengteprofiel zal bij een mogelijken toestand van het strand, waarbij de hoogwaterlijn ligt, daar waar de helling van de aslijn van het hoofd overgaat van 30 op 1 in 100 op 1, ter plaatse van de laagwaterlijn het hoofd aanzienlijk boven het strand uitsteken.

Wordt de laagwaterlijn meer naar buiten gedrongen dan strikt noodzakelijk is, dus het strand hooger, dan kan het hoofd ter plaatse van de laagwaterlijn een geschikte hoogte boven het strand verkrijgen, maar in dit geval zal het geheele worteleinde onder het zand bedolven liggen.

Als eisch moet men aan een strandhoofd stellen, dat het bij den te verwachten strandstand over de geheele lengte een zekere hoogte boven het strand heeft. Bij het lengteprofiel voor de onderwerpelijke hoofden is het duidelijk, dat dit niet bereikt kan worden.

In het algemeen kan dan ook gezegd worden, dat de keuze van een lengteprofiel als voor Scheveningen is toegepast, ongewenscht is. Echter brengt de aanwezigheid der badplaats haar eigenaardige eischen met zich en waar nu verkregen is, dat de bovengedeelten der hoofden onder het zand geraakt zijn en daar alleen liggen om bij mogelijk tijdelijken zeer slechten toestand tijdelijke vermagering van het bovenstrand — die noodlottig zou kunnen worden voor den strandmuur — tegen te gaan, daar schijnt dat, juist onder deze omstandigheden, het lengteprofiel over het *bovendeel* van het strand gelukkig gekozen genoemd moet worden, alhoewel dit niet wegneemt, dat een geringere hoogte der hoofden over het meer zeewaarts gelegen gedeelte wenschelijk geweest ware.

De constructie der hoofden 41—45.

Evenals op meerdere Delflandsche hoofden, heeft men ook op de hoofden 41, 42 en 43 in het hart een paalrij gezet, die uitsteekt boven de glooiing, in navolging van hetgeen men veel in Zeeland doet.

Voordat met het aanbrengen der steenbezetting werd begonnen, sloeg men in de as van elk hoofd tot 25 M. van het ronde zeeëinde, een enkele rij palen. De buitenste 25 M. bestond uit twee rijen, welke rondom den kop in elkander loopen en den omtrek van den kop op 6 M. breedte vormen. Deze palen waren dik 0.60 M. in omtrek en lang 3 M. Zij staken aan den kop 0.5 M., aan het worteleinde 2 M. uit boven de aslijn van het hoofd.

Men acht tegenwoordig in Delfland het nut van deze palen twijfelachtig en is van gevoelen, dat zij geen kwaad doen, maar evenmin goed.

Iets zullen zij er in ieder geval toe medewerken den stroom van het strand te houden, maar daartegenover staat het kwaad, dat uitstekende palen in iedere glooiing teweegbrengen, nl. dat zij deze door het schudden loswoelen.

De nadruk wordt er opgelegd hoe deze Delflandsche hoofden, waar de paalrijen geheel een bijzaak vormen en waarbij de hoofden zelf tamelijk hoog zijn, geheel onvergelijkbaar zijn met de Zeeuwsche hoofden met paalrijen, waarbij feitelijk de paalrijen als hoofdzaak te beschouwen zijn en de eigenlijke hoofden als plasbermen naast die paalrijen (zie hoofdstuk III).

Omdat men het nut dier paalrijen twijfelachtig vond en ook aangezien men met de hoofden 44 en 45 op het gebied kwam, dat meer in het bijzonder als badstrand dienst doet, heeft men daar de paalrijen weggelaten.

Ook op andere punten verschillen de hoofden 44 en 45 in constructie met de hoofden 41, 42 en 43.

De Ingenieur van Delfland deelde mij mede, dat de constructie van 44 en 45 bepaald als een verbeterde beschouwd kan worden en in alle opzichten aanbevolen kan worden.

De steenglooiing ligt aan de koppen der hoofden in de as ter hoogte van 35 c.M. + laagwater; aan de kanten op 10 c.M. + laagwater.

Bij de hoofden 41, 42 en 43 wordt deze glooiing aan den kop over 25 M. lengte en ter breedte van 6 M. ingesloten door de vermelde zware paalrij. Voor het overige gedeelte der breedte, aan weerszijden 2 M., werd de glooiing, die hier horizontaal was, niet opgesloten door paalrijen, maar zijdelings gesteund door stortsteen. (Vergelijk fig. 4, bijlage 10).

Het baart geen verwondering dat deze werkwijze — waarbij dus het zetwerk niet over de geheele breedte door palen wordt afgesloten — niet voldeed; ze bleek aanleiding tot veel stormschade te geven en men kwam er dan ook toe bij het aanleggen der hoofden 44 en 45 de koppen *rondom* met palen in te sluiten.

Men had eerst dus toegepast een dergelijke constructie als voor een steunberm aanbeveling verdient, nl. eene die bij verdieping van het strand naast het hoofd deze verdieping volgen kan, en om dit te kunnen doen, niet afgesloten wordt door palen; maar hier had een dergelijke constructie geen nut, daar, wanneer er verzakkingen plaats hadden, dit zakkingen waren, die een gevolg zijn van het inklinken van het rijswerk, waarbij zoowel het middengedeelte als de zijgedeelten omlaag gaan.

De koppen der hoofden 41—45 werden aangelegd op zinkstukken, die boven elkander werden aangebracht. Het onderste, grondstuk genaamd, kreeg een breedte van 26 M. Op de grondstukken werden de zinkstukken zoodanig tot laagwater opgetrokken, dat aan den kop in de as van het hoofd een beloop van 10 op 1 werd gegeven en ter weerszijden van het hoofd een beloop van 2 op 1. Op de ge-

noemde bezinking en op het daaraan sluitende strand werden de hoofden verder opgewerkt met de noodige rijslagen en waar zulks noodig was, werden de vereischte ingravingen in het zand gedaan.

Zooals uit het bovenstaande blijkt, hebben zoowel de hoofden 44 en 45 als 41, 42 en 43 aan den kop een steenbezetting van basaltzuilen op den kop van 10 M. breedte; deze strekt zich landwaarts uit over ongeveer 120 M., terwijl het hoofd hooger op, slechts een breedte verkrijgt van 6 M.

Voor zoover de breedte 10 M. bedraagt, bestaat de steenbezetting uit basaltzuilen ter lengte van minstens 30 cM. en voor zoover het hoofd een breedte heeft van 6 M. bestaat ze uit basaltzuilen ter lengte van 0.25 M.

Voordat met het aanbrengen van deze steenbezetting werd aangevangen, werden evenwijdig aan de as in elk der hoofden 44 en 45 vier rijen gecreosoteerde dennen palen geslagen tot gelijk met het bovenvlak van het hoofd.

De buitenste paalrijen, op afstanden van 5 M. wederzijds uit de as, strekken zich uit over dat deel der lengte waar het hoofd eene breedte heeft van 10 M. Aan den kop van het hoofd worden deze paalrijen door een dwarspalenrij verbonden. Al deze palen zijn 2 M. lang.

De binnenste paalrijen op afstanden van 3 M. wederzijds uit de as, strekken zich uit van af 25 M. van den kop tot aan het worteleinde van het hoofd. Deze palen zijn lang 1.5 M.

Ten slotte komen buiten langs den ronden kop en tot op 25 M. afstand van dien kop op afstanden van 3 M. uit de as van het hoofd palen 2.5 M. lang, uitstekend 50 cM. boven de aslijn van het hoofd ter plaatse. Deze uistekende palen kunnen eenigszins als golfbrekers dienen.

Zij zullen echter trillingen in de steenglooiing veroorzaken, waarom het mij voorkomt, dat het beter ware geweest ze 50 cM. dieper in te slaan, zoodat zij gelijk zouden komen met de glooiing.

Opmerking verdient, dat langs het geheele bovendeel van het hoofd geen steunbermen voorkomen. Waar, zooals reeds werd opgemerkt, men hier te doen heeft met een gedeelte van het hoofd, dat bijna steeds geheel of gedeeltelijk onder het zand bedolven is, baart het geen verwondering, dat hier de steunbermen gemist kunnen worden, maar men hoede zich voor het maken van de gevolgtrekking, dat daarom deze in het algemeen naast andere hoofden over de bovenste helft ook achterwege kunnen blijven.

VIII.

De Noord-Hollandsche kust benoorden de Pettemer zeewering.[1])

De twee systemen van stranddediging, toegepast benoorden Petten.

De sterke aanval van de zee had tengevolge gehad. dat men in den loop der eeuwen de zware zeewering, gelegen aanvankelijk alleen bezuiden Petten, geleidelijk heeft moeten verlengen, zoodat ze nu reikt tot een eind benoorden dit dorp.

Een sterke aanval had daarna plaats ten noorden van de verlengde zeewering, die door in zee uitgebouwde hoofden [2]) beschermd wordt. Er ontstond achter het laatste dier hoofden een sterke inscharing, die hier echter geen direct gevaar veroorzaakte, omdat er zich benoorden den dijk een vrij breede duinregel bevindt. Om verderen achteruitgang tegen te gaan, besloot men er in 1880 toe, een aanvang te maken met de verdediging van het strand benoorden de Pettemer zeewering. Hiertoe waren ontworpen een 11-tal hoofden, waarvan de beide laatste in 1884 gereed kwamen.

Het zuidelijkste dezer hoofden ligt 240 M. benoorden de as van het noordelijkste hoofd der Pettemer zeewering.

De eerste zes hoofden liggen op een onderlingen afstand van gemiddeld ruim 250 M.

Om de vorming van een voldoend hoog en breed strand te bevorderen, werd in 1882 het oorspronkelijk ontwerp in zooverre gewijzigd, dat de 5 noordelijkste hoofden 44 M. verder zeewaarts kwamen te reiken dan oorspronkelijk was bepaald. Opdat de koppen een regelmatige lijn zouden vormen, werden in verband hiermede

---

1) Hierbij bijlage 11, 12 en 13.

2) Voor een beschrijving van de hoofden voor de Hondsbossche en Pettemer zeewering kan worden verwezen naar het werk van den Ingenieur van den Waterstaat J. F. W. Conrad „Verhandeling over de Hondsbossche Zeewering".

de zeeëinden der reeds bestaande hoofden III, IV, V en VI door een zinkstuk, waarop stortwerk, verlengd.

Na die verlenging bedroeg de gemiddelde lengte der zes eerste hoofden, met inbegrip van het vrij ver in zee reikende stortwerk, ongeveer 190 M. Zij liggen $1^{1}/_{4}$ à $1^{1}/_{2}$ maal hunne lengte uit elkander.

De vijf overige hoofden zijn met inbegrip van de 24 M. stortwerk voor het hoofd gemiddeld 180 M. lang, hun onderlinge afstand bedraagt 190 M., dus iets meer dan hun lengte.

Een feit nu is het, dat de toestand ter plaatse van de zuidelijkste hoofden niet zeer gunstig is, zoodat men de hoofden herhaaldelijk heeft moeten verbreeden. Benoorden hoofd 4 en vooral benoorden hoofd 6 is de toestand echter aanmerkelijk beter.

Men schrijft dit gewoonlijk toe aan het feit, dat de noordelijkere hoofden dichter bij elkander liggen; men is dan van oordeel, dat de daar gekozen verhouding van lengte en onderlingen afstand der hoofden een goede is. Maar dan moet opgemerkt worden in de eerste plaats, dat er hier een sterke *aanwinst* heeft plaats gehad, waaruit volgt dat een wat kortere lengte of grooteren afstand ook voldoende zou zijn daar, waar men er mede tevreden is te behouden wat men heeft.

Men gaat wel zoover met het oordeel uit te spreken, dat, aangezien het zuidelijke deel der verdediging onvoldoende was, een verhouding tusschen lengte en onderlingen afstand als hier gekozen, ook elders niet toegepast moet worden.

Tusschen hoofd IV en VI, waar dus de groote afstand tusschen de hoofden nog aangehouden is, is de toestand reeds aanmerkelijk gunstiger dan zuidelijker; in verband hiermede ligt het vermoeden voor de hand, dat de ongunstige toestand tusschen de zuidelijke hoofden een andere hoofdoorzaak heeft dan de eenigszins grootere afstand der hoofden, welke oorzaak dan zou kunnen zijn: het zeer holgebogen verloop van de lijn, die de koppen der eerste hoofden verbindt.

De inscharing benoorden het noordelijkste der Pettemer hoofden.

Sedert 1888 zijn wederzijds de hoofden IX, X en XI, midden tusschen die hoofden en voorts, op onderlingen afstand van 200 M., tot 2000 M. benoorden hoofd XI driemaandelijksche strandmetingen gedaan.

Vóór 1888 bestaan deze metingen niet, zoodat niet is kunnen worden nagegaan de invloed der hoofden gedurende de eerste jaren na hun aanleg, wel echter 1o. in hoeverre er in de laatste 20 jaren strand en duin is aangewonnen tusschen de hoofden IX en XI en 2o. of de inscharing, die achter het laatste hoofd plaats heeft, nog op den duur verergert.

Aan de hand van bijlage 11, fig. 2 blijkt, dat in het bedoelde tijd-

vak tusschen de hoofden strand en duin aanmerkelijk zijn toegenomen, hetgeen er wel voor pleit, dat de hoofden werkelijk zeer gunstig hebben gewerkt. Achter het laatste hoofd heeft een inscharing plaats. De achteruitgang van den duinvoet neemt met den afstand van het hoofd sterk toe tot 400 M. van het hoofd en van daar tot 1400 M. uit het hoofd vrij langzaam en gelijkmatig van 50 tot 75 M.; daar bereikt de inscharing ongeveer haar maximum en wordt noordelijker weer minder. Een en ander blijkt duidelijk uit onderstaande cijfers.

De achteruitgang van den duinvoet was:

op	200 M.	benoorden	hoofd	XI	rond	25 M.
„	400 M.	„	„	XI	„	50 M.
„	600 M.	„	„	XI	„	50 M.
„	800 M.	„	„	XI	„	50 M.
„	1000 M.	„	„	XI	„	60 M.
„	1200 M.	„	„	XI	„	65 M.
„	1400 M.	„	„	XI	„	75 M.
„	2000 M.	„	„	XI	„	70 M.
„	3000 M.	„	„	XI	„	50 M.
„	4000 M.	„	„	XI	„	10 M.

Van het allergrootste belang nu is het te weten, of de inscharing achter het laatste eener reeks hoofden geleidelijk tot rust komt. Daarom is vergeleken de inscharing van November 1888—October 1898 met die van October 1898—October 1908.

Gevonden werd respectievelijk:

					Voor den achteruitgang 1888—1898.	Voor den achteruitgang 1898—1908.
op	200 M.	benoorden	hoofd	XI	11 M.	12 M.
„	400 „	„	„	XI	28 „	25 „
„	600 „	„	„	XI	43 „	9 „
„	800 „	„	„	XI	49 „	3 „
„	1000 „	„	„	XI	53 „	5 „
„	1200 „	„	„	XI	52 „	10 „
„	1400 „	„	„	XI	44 „	26 „
„	2000 „	„	„	XI	34 „	30 „

Het feit, dat juist op het gedeelte met de sterkste inscharing deze in het tweede tiental jaren zooveel minder is geworden, kan als een aanwijzing beschouwd worden, dat de inscharende werking op den duur vermindert. Echter moet opgemerkt worden, dat men met het maken van gevolgtrekkingen uit soortgelijke cijfers zeer voorzichtig moet zijn. Toevallige oorzaken kunnen grooten invloed op de uit-

komsten van dergelijke waarnemingen hebben. (Vergelijk hoofdstuk XVII).

Afstand van het zeeëinde der hoofden tot de laagwaterlijn.

Zooals reeds werd opgemerkt, liggen de hoofden VII tot XI benoorden Petten op gemiddeld 190 M. uit elkander. Ze werden reeds een 25-tal jaren geleden aangelegd, zoodat aangenomen mag worden, dat de evenwichtsstand van het strand bereikt is.

De vraag rijst nu hoeveel midden tusschen twee hoofden gemiddeld de afstand van de lijn van laagwater bedroeg tot die, welke de zeeëinden van het zetwerk der hoofden verbindt.

De onderstaande tabel geeft antwoord op die vraag.

	Afstand van het zeeëinde van het zetwerk der hoofden tot de laagwaterlijn.		Afstand van de laagwaterlijn tot de hoogwaterlijn.	
	Raai IX—X.	Raai X—XI.	Raai IX—X.	Raai X—XI.
October 1903	33	41	44	40
April 1904	35	48	36	33
October 1904	20	33	62	64
April 1905	15	26	63	66
October 1905	29	22	54	77
April 1906	22	51	62	23
October 1906	—5	6	67	71
April 1907	39	40	25	60
October 1907	27	59	35	20
April 1908	41	9	20	64
October 1908	45	45	16	30
April 1909	—4	—13	82	105
Te zamen	297	367	566	653
Gemiddeld	25	31	47	54
	Gemiddeld 28		Gemiddeld 51	

Het gemiddelde van een 24-tal waarnemingen in de laatste zes jaren leert ons, dat bij een onderlingen afstand der hoofden van 190 M., toen de evenwichtstoestand bereikt was, bedroeg:

de afstand van het zeeëinde van het zetwerk der hoofden tot de laagwaterlijn 28 M.;

de breedte van het natte strand 51 M.

De toestand der duinen benoorden de Pettemer zeewering in 1898.

In 1898 was het strand tusschen paal 18 en de Heldersche zeewering nog niet verdedigd; alleen waren er eenige vervallen en onder het zand geraakte hoofden vlak bij Huisduinen.

De toestand van duin en strand in dien tijd was echter verre van rooskleurig en op verscheidene plaatsen was voorziening een dringende noodzakelijkheid.

Dit kan uit het volgende blijken:

Tusschen Petten en Callantsoog ligt voor den Zijperzeedijk een zeer breed duin, dat echter niet als een geheel beschouwd kan worden, daar tusschen den buitenduinregel en den Zijperzeedijk zich uitgestrekte valleien bevinden. In één daarvan ligt het Zwanenwater. (Zie bijlage 11).

De buitenduinregel was over het gedeelte bezuiden paal 18 zoo zwak, dat verdere achteruitgang reeds vroeger moest gestuit worden door den aanleg der 11 hoofden benoorden Petten. Noordelijker had hij echter nog zoodanige breedte, dat eenige achteruitgang onbezorgd kon worden tegemoet gezien.

Voor het dorp Callantsoog ligt de zoogenaamde Rijkszeewering, bestaande uit twee zanddijken van geringe afmetingen. Even benoorden het dorp ligt een enkele hooge duinregel, welke bij paal 11.5 breeder wordt. Van hier af treft men weder een zanddijk „de Voordijk" aan, waarvoor zich nog een aanzienlijke hoeveelheid duin bevindt. Dit voorgelegen duin vormde echter niet overal een afdoende waterkeering. (Zie bijlage 12.)

Ter plaatse van strandpaal 10 brak in December 1894 de smalle buitenduinregel door, zoodat het water tot dicht bij den Voordijk kwam. In December 1895 herhaalde zich dit, nadat de vorige doorbraak was gedicht.

Van strandpaal 10 tot paal 2.5 ligt de Koegraszanddijk, in 1610 aangelegd, welke door stuiven geleidelijk zeer hoog geworden is, vooral in het noordelijke gedeelte. Voor dezen zanddijk heeft zich een aanzienlijke hoeveelheid duin gevormd.

Tusschen paal 9,8 en 9 wordt een uitgestrekte duinvallei, het Botgat, aangetroffen. Benoorden paal 9 bestaat een geleidelijk hooger wordende middenduinregel, die met den buitenregel en den zanddijk twee evenwijdig met de kust loopende valleien insluit. In het zuidelijk deel van den buitenduinregel tusschen de palen 10 en 8 worden verscheidene zeer zwakke punten aangetroffen. Tusschen de palen 6 en 3 vormt het voor den zanddijk aangestoven duin een aaneengesloten geheel, zoodat daar de toestand gunstig is.

Eveneens benoorden paal 2,5 hebben de duinen aanzienlijke breedte; ze dragen hier den naam van de Grafelijkheidsduinen.

Het gedeelte tusschen paal 13.5 (Callantsoog) en paal 8 had in de

eerste plaats een voorziening noodig. Hier toch bestond òf slechts één enkele duinregel òf beschermde een zeer zwakke duinregel een duinvallei.

De strandverdediging voor en benoorden Callantsoog.

Het een en ander gaf aanleiding in 1899 met de strandverdediging voor het dorp Callantsoog aan te vangen met het doel deze geleidelijk noordelijker voort te zetten.

Men hechtte er zeer aan voor het dorp Callantsoog *niets* meer te verliezen, noordelijker was men hierop niet in zoo groote mate gesteld.

Voor Callantsoog werd daarom een ander systeem van verdediging toegepast dan noordelijker. Bij een even groote lengte der hoofden paste men een onderlingen afstand toe respectievelijk van 200 en 300 M.

In 1899 werden drie hoofden (Ic—IIIc) aangelegd op onderlingen afstand van 200 M.; in de jaren 1900—1902 nog een 10-tal hoofden (IVc—XIIIc) op afstanden van 300 M. Na 1902 werden gedurende eenigen tijd geen nieuwe hoofden gemaakt. De sedert gewijzigde opvattingen omtrent de wijze van aanleg van hoofden gaven aanleiding tot een geheel andere constructie der in 1906 aangelegde hoofden, welke constructie tot 1909 vrijwel ongewijzigd werd toegepast. Door de koppen der hoofden zeewaarts minder ver te doen reiken en de kruinlijn over het meest naar buiten gelegen gedeelte een flauwere helling te geven, kwam men tot kortere en lagere hoofden, die uit den aard der zaak veel minder kostbaar waren.

Uitgebreide peilingen.

Van af 1050 M. bezuiden het zuidelijkste der strandhoofden voor Callantsoog tot 150 M. benoorden hoofd XIIIc zijn gedurende 7 à 10 jaren jaarlijks peilingen en hoogtemetingen gedaan van ongeveer 150 meter buiten de laagwaterlijn tot aan of ten naastenbij aan den duinvoet; dit geschiedde in de assen der hoofden (waar dan de peilingen uit den aard der zaak slechts reiken tot aan de bestorting voor de hoofden), midden tusschen de hoofden en bovendien op 150, 450, 750 en 1050 M. bezuiden het zuidelijkste hoofd.

Voorts is sinds 1907 of 1908 ditzelfde jaarlijks gebeurd in de assen der hoofden gelegen benoorden strandpaal 9.8, gemerkt I*k*, II*k* enz., en midden tusschen die hoofden.

Deze peilingen, die in iedere raai om de 5 M. gedaan zijn, vormen een schat van gegevens, waaruit zeer belangrijke gevolgtrekkingen zijn te maken. Over deze peilingen en de gevolgtrekkingen het volgende:

Hoofden van verschillende lengten op gelijken onderlingen afstand.

Voor het dorp Callantsoog liggen drie, bij den aanleg ver in zee reikende, hoofden op den geringen onderlingen afstand van 200 M. Benoorden strandpaal 9.8 is diezelfde afstand der hoofden aangehouden. De hoofden hadden daar echter bij aanleg een veel geringere

lengte, aangezien zij minder ver buiten de oorspronkelijke laagwaterlijn reiken.

De vraag rijst nu of in weerwil van deze bij den aanleg verschillende lengte toch op *den duur* de koppen der hoofden evenver buiten de laagwaterlijn komen te liggen, een vraag, die daarom van zoo groot belang is, omdat, zoo ze bevestigend kan worden beantwoord, daaruit zou voortvloeien, dat onafhankelijk van de aanvankelijk te kiezen lengte, reeds vooraf is te voorspellen hoe ver de hoofden op den duur zullen komen uit te steken buiten de laagwaterlijn, dus m. a. w. hoe ver men met den duinvoet nog zal moeten terugtrekken, of hoeveel die nog zal aanwinnen bij een zekere aanvankelijke lengte der hoofden.

Het feit echter, dat de hoofden benoorden paal 9.8 eerst in de laatste jaren zijn aangelegd, maakt het onzeker of aldaar reeds de evenwichtstoestand is ingetreden. Toch zijn er redenen om te vermoeden, dat zulks geschied is; deze redenen zullen hierna worden medegedeeld.

De hiernaast gegeven tabel [1]) geeft een overzicht van de hoogten betrekkelijk N. A. P. van het strand, midden tusschen twee hoofden benoorden strandpaal 9.8 op bepaalde afstanden uit de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk der hoofden verbindt. De genoteerde hoogten zijn genomen minstens één jaar na dat van den aanleg der naastbijgelegen hoofden en uitgedrukt in d. M.

Wanneer men in aanmerking neemt, dat laagwater = 0.9 M. — N.A.P. en hoogwater = 0.35 M. + N. A. P. dan ziet men, dat het zeeëinde van het zetwerk der hoofden gemiddeld ongeveer 30 à 35 M. lag buiten de laagwaterlijn en dat het natte strand een breedte had van 55 M.

Zooals in Hoofdstuk XV wordt uiteengezet, mag men voor het in evenwicht verkeerende natte strand in Noord-Holland aannemen een breedte van ongeveer 55 M., voor het droge strand van ten naastenbij 40 M.

De treffende overeenkomst tusschen de breedte van het strand tusschen de hoofden benoorden paal 9.8 en die van het onverdedigde in evenwicht verkeerende strand doet vermoeden, dat werkelijk tusschen de bedoelde hoofden de evenwichtsstand reeds is bereikt.

Men mag dus voor dit deel der kust de gevolgtrekking maken, dat *wanneer men de hoofden legt op een onderlingen afstand van 200 M., en met het zeeëinde van het zetwerk doet reiken tot ongeveer 35 M. buiten de bestaande laagwaterlijn, deze lijn ongeveer op haar plaats gehouden wordt.*

---

[1]) In alle in dit hoofdstuk gegeven tabellen zijn de hoogten boven N. A. P. vet, die onder N. A. P. gewoon gedrukt.

Gemiddelde hoogte betrekkelijk N. A. P. van het strand, verkregen midden tusschen twee hoofden op bepaalde afstanden uit de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk der hoofden verbindt.

(Strandverdediging benoorden strandpaal 9, 8).

Raai gelegen midden tusschen de hoofden.	Jaar van opneming.	Afstand uit het zeeëinde van het zetwerk der hoofden landwaarts gemeten.																											Som der hoogten der verschillende waarnemingspunten tot en met 115 M. uit de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk verbindt.	Gemiddelde strandhoogte van af de lijn, die het zeeëinde van het zetwerk der hoofden verbindt tot 115 M. landwaarts.
		130	125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0		
II^k—III^k	1907	17	15	12	10	8	7	6	5	3	2	1	0	1	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	11	12	−56	$-2\frac{1}{2}$
	1908	18	16	14	12	11	9	8	7	6	5	3	0	2	4	5	2	3	3	5	6	8	9	10	12	13	14	18	−53	−2
	1909	20	17	15	12	12	13	8	7	5	3	1	5	7	9	10	12	12	11	11	10	10	9	9	10	11	14	15	−104	$-4\frac{1}{2}$
III^k—IV^k	1908	24	19	16	14	12	11	9	9	7	2	3	2	1	1	1	0	1	1	3	5	6	10	10	10	10	12	14	−10	$-\frac{1}{2}$
	1909	23	18	16	14	12	11	9	7	5	3	2	2	0	2	3	6	6	7	7	10	6	6	7	7	8	8	8	−16	$-\frac{1}{2}$
IV^k—V^k	1908	32	22	17	14	12	11	10	9	7	7	5	3	2	1	0	1	3	7	12	14	16	16	17	18	18	19	20	−80	$-3\frac{1}{2}$
	1909	30	22	20	14	12	10	7	5	4	3	1	0	1	3	4	4	5	6	8	10	10	12	13	12	11	11	12	−63	$-2\frac{1}{2}$
V^k—VI^k	1908	21	17	13	12	11	10	9	8	5	4	4	3	3	1	0	1	0	1	3	5	7	10	10	11	12	13	16	−17	$-\frac{1}{2}$
	1909	19	15	13	11	10	8	7	5	4	3	1	1	0	0	2	3	5	7	9	11	13	17	18	19	19	20	21	−114	−5
VI^k—VII^k	1909	14	13	11	9	8	6	4	3	1	1	0	0	1	2	2	3	4	5	7	9	12	15	18	20	21	22	23	−132	$-5\frac{1}{2}$
VII^k—VIII^k	1909	16	13	11	9	8	6	5	3	2	0	0	1	2	3	3	3	4	6	7	9	11	13	14	16	20	23	26	−128	$-5\frac{1}{2}$
VIII^k—IX^k	1909	19	16	13	11	10	8	7	5	3	2	1	0	1	1	1	1	2	3	5	6	8	10	12	14	16	19	22	−74	−3
Totaal		253	203	171	142	126	110	89	73	52	35	22	5	−9	−22	−31	−37	−49	−62	−83	−102	−115	−135	−147	−159	−170	−186	−207		$35\frac{1}{2}$
Gemiddeld (afgerond op halve d.M.)		21	17	14	12	$10\frac{1}{2}$	9	$7\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	3	2	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	−2	$-2\frac{1}{2}$	−3	−4	−5	−7	$-8\frac{1}{2}$	$-9\frac{1}{2}$	−11	−12	−13	−14	$-15\frac{1}{2}$	−17		3
Gem. afwijking (afg. op kwart d.M.)		4	$2\frac{1}{4}$	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	2	2	2	$2\frac{1}{4}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$		$1\frac{1}{2}$

De hoofden voor Callantsoog, die bij een onderlingen afstand van 200 M. bij aanleg een veel grootere lengte hadden, doordat zij tot ver buiten de bestaande laagwaterlijn reiken, hebben reeds spoedig een aanmerkelijke strandverbetering ten gevolgé gehad. Alhoewel het geenszins zeker is, dat reeds thans, 10 jaren na den aanleg der hoofden, ook daar de evenwichtsstand reeds bereikt is, zal toch, in de veronderstelling dat dit nagenoeg het geval zal zijn, worden nagegaan de strandstand midden tusschen de hoofden II*c* en III*c* gemiddeld gedurende de laatste 4 jaren.[1]) (Zie tabel tusschen bl. 74 en 75).

Alhoewel een gemiddelde van 4 cijfers als regel geen betrouwbare grondslag is voor het vaststellen van de hoogte van een zeestrand, komt het mij toch voor, dat deze uitkomst, voor zooverre de ligging der laagwaterlijn betreft, niet ver van de waarheid zal zijn en dit wel in verband met de geringe mate, waarin de cijfers, waardoor de ligging der laagwaterlijn bepaald wordt, bij deze tabel uit elkander loopen. Men meent daarom te mogen besluiten, dat de laagwaterlijn midden tusschen de hoofden II*c* en III*c* ligt 30 à 35 M. binnen de lijn, welke de zeeëinden van het zetwerk dier hoofden verbindt. Besluiten omtrent de ligging van de hoogwaterlijn en den duinvoet zijn uit de laatste tabel niet te trekken.

Uit bovenstaande is dus de conclusie te maken, dat *wanneeer men de hoofden op een onderlingen afstand van 200 M. bij den aanleg met het zeeëinde van het zetwerk doet reiken tot aanzienlijk meer dan 35 M. buiten de bestaande laagwaterlijn, deze lijn op den duur zoover zeewaarts gedrongen wordt, dat zij midden tusschen de hoofden in, komt te liggen op ongeveer 35 M. binnen de lijn, welke het zeeëinde van het zetwerk van de hoofden verbindt.*

Opmerking verdient hier het feit dat de hoogte boven het strand der hoofden voor Callantsoog bij aanleg veel grooter was dan die der hoofden benoorden paal 9.8, en de vraag rijst nu of dit verschil in constructie niet van invloed zal geweest zijn op het aangrenzende strand.

De groote hoogte, die de hoofden voor Callantsoog aanvankelijk boven het strand hadden, zal wellicht gedurende korten tijd na den aanleg ongunstig op het strand hebben gewerkt, maar waar de lengte der hoofden buiten de laagwaterlijn zoo groot was, dat strandaanwinst toch plaats moest hebben, werd de hoogte dezer hoofden boven het strand geringer en in 1908 verschilde de ligging dezer hoofden t. o. v. het strand niet veel meer van die der hoofden benoorden paal 9.8.

---

[1]) De strandstand tusschen de hoofden I*c* en II*c* wordt hierbij buiten beschouwing gelaten, aangezien het strand tusschen de beide eerste eener reeks hoofden altijd onder abnormale omstandigheden verkeert.

Gemiddelde hoogte betrekkelijk N. A. P. van het strand, verkregen midden tusschen twee hoofden op bepaalde afstanden uit de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk der hoofden verbindt.

(Strandverdediging voor het dorp Callantsoog.)

Raai gelegen midden tusschen de hoofden.	Jaar van opneming.	Afstand landwaarts uit de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk der hoofden verbindt.																												
		140	135	130	125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
IIe—IIIe	1906	19	18	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	5	7	9	10	8	2	0	2	4	3	12	15	16	18	18	19
	1907	23	20	18	16	15	14	13	11	10	9	8	8	8	9	9	10	10	10	3	4	6	9	11	13	15	15	15	16	16
	1908	23	20	16	16	14	13	12	11	11	11	11	11	10	4	0	2	3	2	1	1	2	4	6	13	16	18	20	21	20
	1909	31	24	19	17	15	14	12	11	11	11	10	8	6	5	4	3	4	5	2	0	3	6	10	11	17	18	20	21	22
Totaal		96	82	69	63	57	53	48	43	41	39	36	33	29	23	20	24	27	25	8	—5	—13	—23	—30	—49	—63	—67	—73	—76	—77
Gemiddeld (afgerond op halve d.M.)		24	20½	17	16	14	13	12	11	10	10	9	8	7	6	5	6	7	6	2	—1	—3	—6	—7½	—12	—16	—17	—18	—19	—19

zeer gunstig werken met het oog op strandaanwinning, heb ik mij afgevraagd, of hier uit de uitvoerige peilingen ook de juistheid of de onjuistheid van deze stelling kan worden aangetoond.

Voorop moet dan worden gesteld, dat het wel schijnt, dat in de laatste jaren ook tusschen die hoofden een evenwichtsstand ontstaan is.

Hiervan uitgaande is het nu van belang om te weten, of het strand tusschen die hoofden, sedert het in evenwicht verkeert, een flauwere of steilere helling heeft aangenomen, dan het onverdedigde of met lage hoofden verdedigde strand.

De breedte van het natte strand bleek te zijn tusschen de hooge hoofden, ten tijde, dat de evenwichtstoestand reeds als verkregen wordt verondersteld, 70 M., hetgeen in vergelijking met die van het in evenwicht verkeerende onverdedigde Noord-Hollandsche strand (56 M.) en die van het strand tusschen de lage hoofden benoorden paal 9,8 (55 M.) *veel* is.

Wanneer men nu bedenkt dat — eenmaal de plaats van de laagwaterlijn vast staande — een kleinere breedte van het natte strand gunstiger is dan een grootere, dan rijst het vermoeden, dat de strandverdediging hier toegepast, toch verre van een ideaal-bescherming vormt.

En men komt er toe aan het feit, dat de hoofden, die hier toegepast worden, bijzonder hoog zijn, die minder goede bescherming toe te schrijven.

De uitkomsten, verkregen met de hoofden benoorden Callantsoog, zijn dus, zoo geen bewijs, toch wel een aanwijzing, dat *ver boven het strand verheven hoofden niet gunstig werken met het oog op strandaanwinning.*

Over de verdieping buiten de L. W. lijn midden tusschen twee hoofden.

Dat de verdediging van het hoofd Ic—IVc, in weerwil van de aanzienlijke hoogte dezer hoofden, toch beschouwd moet worden als eene, welke groote aanwinst van het strand boven laagwater ten gevolge had, is hieraan toe te schrijven, dat de hoofden Ic—IIIc zeer dicht bij elkander liggen.

De verdediging tusschen hoofd IVc en Vc kan als een overgang beschouwd worden, en die benoorden hoofd Vc had hoogstens ten gevolge, dat het strand niet meer achteruitging.

Een en ander blijkt uit de tabel welke zich tusschen bl. 78 en 79 bevindt.

Terwijl nu bij de hoofden Ic - IVc boven de lijn van 30 M. binnen de zeeëinden van het zetwerk der hoofden (welke lijn ongeveer de laagwaterlijn is) een sterke aanwinst plaats had, was er beneden die lijn een aanmerkelijke verdieping.

Iets dergelijks treft ons tusschen de hoofden Vc en XIIIc, waar boven de lijn gelegen 60 M. binnen de zeeëinden van het zetwerk

der hoofden (eveneens ongeveer de laagwaterlijn) een evenwichtstoestand bestond, terwijl daar buiten weder een aanmerkelijke verdieping plaats had.

Wel merkwaardig is het, dat die verdiepingen aanvangen juist nabij de laagwaterlijn; in verband met de hierna in hoofdstuk XV te geven verklaring voor die inscharing door de neeren, moet er hier op gewezen worden, dat de getijstroomen het sterkste zijn ten tijde van hoog- en ten tijde van laagwater. In verband daarmede ondervindt hetgeen beneden de laagwaterlijn ligt, tweemaal per getijde den invloed van de maximum neer, alles, wat daarboven ligt, slechts eenmaal. Bovendien zal de ebstroom, die voor langs de koppen der hoofden, niet daaroverheen, trekt, een sterkere neer ten gevolge hebben dan de vloedstroom, die wel gedeeltelijk *over* de hoofden trekt.

De schommelingen van het strand.

De tabellen tusschen bl. 72 en 73 en tusschen bl. 76 en 77 geven een inzicht in de gemiddelde schommelingen van het door strandhoofden verdedigde strand.

De tabel tusschen bl. 80 en 81 geeft dergelijke gegevens voor een onverdedigd strand.

Wanneer wij nu vergelijken de schommelingen van het door hoofden verdedigde strand benoorden paal 9,8, waar de laagwaterlijn is gelegen ongeveer 35 M. binnen de lijn. die de zeeëinden van het zetwerk der hoofden verbindt, en die van het door hoofden verdedigde strand bezuiden paal 9,8, waar de laagwaterlijn is gelegen ongeveer 60 M. binnen meergenoemde lijn, met die van het onverdedigd strand, dan vinden wij voor de gemiddelde afwijking van den evenwichtsstand de waarde vermeld op bl. 77.

Uit deze cijfers blijkt afdoende hoe door een verdediging met strandhoofden het strand, behalve dat dit voor achteruitgang behoed, ook in rust gehouden wordt.

De vraag rijst nu of wellicht de strandhoofden niets anders dan het ontstaan van slenken op het strand en niet de schommelingen van het geheele strand tegengaan. Het is van belang dit te weten, daar dit nog weder een aanwijzing geeft omtrent de werking der strandhoofden.

Daartoe is gezocht de gemiddelde strandhoogte in verschillende raaien en op verschillende tijden. Hiervan is weder het gemiddelde gezocht en voorts de gemiddelde afwijking van het laatstgenoemde cijfer.

Zoo vinden we dus hoeveel de gemiddelde hoogten van het geheele strand, genomen van 80 M. boven de laagwaterlijn tot 35 M. daar beneden op verschillende tijdstippen afwijkt van de normale gemiddelde strandhoogte.

Dit blijkt te zijn voor het onverdedigde strand 2,4 d.M., tusschen

Gemiddelde hoogte betrekkelijk N. A. P. van het strand, verkregen midden tusschen twee hoofden op bepaalde afstanden uit de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk der hoofden verbindt.

(Strandverdediging benoorden Callantsoog).

Raai gelegen midden tusschen de hoofden.	Jaar van opneming.	Afstand uit het zeeëinde van het zetwerk der hoofden landwaarts gemeten.																																			Som der hoogten der verschillende waarnemingspunten van 25 M. tot en met 140 M. uit de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk verbindt	Gemiddel[…] hoogte t[…] de lijnen 25 en 140 […]waarts v[…] welke de z[…] van het z[…] ver[…]
		170	165	160	155	150	145	140	135	130	125	120	115	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0		
VIc – VIc	1907	19	16	13	12	10	9	8	7	4	3	1	1	0	1	0	1	1	2	1	1	1	3	4	6	9	10	13	14	15	17	19	20	22	25	25	—75	—3
	1908	22	18	14	12	10	8	7	8	4	1	1	2	4	5	6	6	8	7	5	6	6	7	8	7	10	13	16	18	20	21	24	26	26	27	29	—156	—6½
	1909	22	16	13	11	9	7	5	4	3	2	1	0	1	2	4	3	4	5	7	8	11	12	13	14	15	15	15	15	15	15	16	16	18	18	18	—159	—6½
VIc—VIIc	1907	20	16	13	11	9	8	7	7	3	2	2	1	0	0	0	1	1	2	2	3	4	4	5	6	7	8	9	9	11	12	14	15	18	19	20	—62	—2½
	1908	23	18	15	13	11	9	8	8	7	1	1	3	4	4	6	6	5	5	6	7	8	9	10	10	12	13	16	18	20	22	24	25	28	31	33	—161	—6¾
	1909	20	15	13	11	9	8	6	5	3	2	2	0	1	1	2	3	4	4	4	6	8	10	13	16	18	21	23	24	26	26	26	26	27	30	32	—192	—8
VIIc—VIIIc	1907	21	18	15	12	11	9	7	6	4	2	1	1	1	0	0	1	1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	17	19	20	22	24	—74	—3
	1908	17	14	12	10	9	8	6	6	4	1	0	2	4	5	7	8	9	9	7	7	7	8	9	10	11	11	12	13	15	16	19	21	22	24	24	—153	—6½
	1909	16	13	11	9	7	5	3	2	1	0	1	3	4	5	6	7	7	6	7	8	9	10	11	11	15	15	18	22	27	28	28	29	32	32	36	—214	—9
VIIIc—IXc	1907	17	14	12	10	8	7	6	5	3	2	1	0	1	2	3	4	5	3	3	4	5	7	7	9	10	10	10	12	14	15	17	19	21	22	24	—107	—4½
	1908	15	13	11	10	9	7	7	6	5	1	2	4	5	6	9	9	8	5	6	6	7	8	9	12	11	12	13	14	17	18	20	21	23	25	27	—164	—6¾
	1909	16	14	12	10	9	7	6	4	3	2	1	0	0	2	3	3	5	6	7	7	8	9	10	10	10	11	12	12	14	17	18	20	23	25	27	—130	—5½
Totaal		228	185	154	131	111	92	76	68	44	17	4	11	23	33	46	52	58	56	57	66	78	92	105	118	136	148	167	182	207	221	242	251	280	300	319		—68[…]
Gemiddeld (afgerond op halve d.M.)		19	15½	13	11	9	7½	6½	5½	3½	14	½	—1	—2	—3	—4	—4½	—5	—4½	—5	—5½	—6½	—7½	—9	—10	—11½	—12½	—14	—15	—17	—18½	—20	—21½	—23½	—25	—26½		—5¾
Gemiddelde afwijking (afgerond op kwart d.M.)		2¼	1½	1	1	¾	1	1	1½	1	¾	1	1½	2	2	2½	2½	2¼	1¾	2	1¾	2	2	2¼	2¼	2½	2½	3	3½	4	4	3½	3½	3¼	3¼	4		1⅔

de hoofden Vc en IXc benoorden Callantsoog 1,7 d M., en tusschen de hoofden IIk en IXk benoorden strandpaal 9.8, 1,5 d.M.

Hieruit volgt dus dat plotselinge strandvermageringen over het geheele strand in mindere mate voorkomen bij een door hoofden verdedigd, dan bij een onverdedigd strand.

Ten slotte zijn in onderstaand tabelletje de resultaten van de onderzoekingen, betreffende de strandschommelingen nog verzameld.

	Gemiddelde afwijking van de gemiddelde hoogte van het geheele strand.	Gemiddelde van de gemiddelde afwijking van de gemiddelde hoogte van de punten op regelmatig verspringende afstanden uit de laagwaterlijn.
Het door lage en korte hoofden verdedigde strand benoorden paal 9 8.	1,5 d.M.	2,25 d.M.
Het door hooge en lange hoofden verdedigde strand benoorden Callantsoog.	1,7 „	2,1 „
Het onverdedigde strand bezuiden Callantsoog.	2,4 „	3,7 „

Het feit, dat de schommelingen van het geheele strand zooveel minder zijn dan die van de verschillende punten op het strand zelf, doet wel zien, dat die schommelingen onregelmatig geschieden en dat dit zoowel het geval is op de onverdedigde als op de met hoofden verdedigde stranden.

Toe- of afname van de hoogte van het strand midden tusschen 2 hoofden sinds den aanleg der hoofden I_c—XIII_c tot de jaren 1908 en 1909 op bepaalde afstanden uit de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk der hoofden verbindt.

(Strandverdediging benoorden Callantsoog).

Afstand uit de lijn, die het zeeëinde van het zetwerk der hoofden verbindt.

Raai gelegen midden tusschen de hoofden	+ 150		140		130		120		110		100		90		80		70		60		50	
	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909
Ic—IIc	+ 29		+ 14	+ 16	+ 15	+ 15	+ 8	+ 8	+ 11	+ 9	+ 15	+ 10	+ 16	+ 9	+ 17	+ 10	+ 12	+ 12	+ 14	+ 15	+ 15	+ 13
IIc—IIIc	+ 33		+ 20	+ 28	+ 14	+ 17	+ 13	+ 14	+ 9	+ 9	+ 9	+ 9	+ 11	+ 10	+ 15	+ 11	+ 11	+ 15	+ 18	+ 19	+ 19	+ 20
IIIc—IVc	+ 11	+ 15	+ 18	+ 19	+ 18	+ 17	+ 10	+ 9	+ 10	+ 8	+ 15	+ 8	+ 20	+ 11	+ 24	+ 16	+ 17	+ 16	+ 18	+ 15	+ 18	+ 10
IVc—Vc	+ 4	+ 6	+ 6	+ 7	+ 8	+ 6	0	+ 6	+ 3	+ 6	+ 5	+ 5	+ 7	+ 6	+ 7	+ 6	+ 7	+ 9	+ 3	+ 7	— 8	— 1
Vc—VIc	+ 1	0	+ 2	0	0	— 1	— 3	— 1	— 3	0	0	+ 4	+ 3	+ 7	+ 10	+ 8	+ 9	+ 4	+ 6	+ 1	+ 4	— 1
VIc—VIIc	+ 2	0	+ 3	+ 1	+ 5	+ 1	— 1	+ 2	— 4	— 1	— 2	+ 2	+ 2	+ 3	+ 3	+ 5	+ 6	+ 6	+ 4	+ 1	+ 2	— 4
VIIc—VIIIc	0	— 2	+ 2	— 1	+ 2	— 1	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	— 3	— 2	— 4	— 2	0	0	+ 2	0	+ 3	+ 1	+ 7	+ 3
VIIIc—IXc	0	0	— 1	— 2	+ 4	+ 2	+ 3	+ 6	+ 2	+ 7	+ 4	+ 10	— 1	+ 2	+ 1	0	+ 2	+ 1	+ 2	+ 1	+ 3	+ 4
IXc—Xc	— 8	— 8	— 2	— 7	— 9	— 6	— 9	— 5	— 10	— 7	— 9	— 10	— 7	— 10	— 2	— 9	0	— 7	— 1	— 7	— 4	— 4
Xc—XIc	— 2	— 3	+ 3	— 2	— 2	— 2	— 5	— 3	— 5	— 3	— 2	0	+ 7	+ 5	7	+ 7	+ 6	+ 7	— 1	+ 2	— 5	— 2
XIc—XIIc	0	— 4	— 4	— 8	— 5	— 3	— 6	— 5	+ 1	— 1	+ 2	— 2	— 2	— 3	— 4	— 2	— 5	— 3	— 6	— 3	— 6	— 5
XIIc—XIIIc	0	— 2	— 1	— 5	+ 1	— 4	— 2	— 7	+ 3	— 2	+ 4	0	+ 5	+ 2	+ 5	+ 3	+ 6	+ 2	+ 2	— 1	— 1	— 2
Som der onderste 8 raaien .	— 7	— 19	+ 2	— 24	— 4	— 14	— 21	— 12	— 15	— 6	— 6	+ 2	+ 3	+ 4	+ 20	+ 12	+ 26	+ 10	+ 9	— 5	0	— 11
	— 13		— 11		— 9		— 16		— 10		— 2		+ 3		+ 16		+ 18		+ 2		— 5	
Gemiddelde der onderste 8 raaien . . .	— 1½		— 1½		— 1		— 2		— 1		0		+ ½		+ 2		+ 2		0		— ½	
Som der bovenste 3 raaien .			+ 52	+ 63	+ 47	+ 49	+ 31	+ 31	+ 30	+ 26	+ 39	+ 27	+ 47	+ 30	+ 56	+ 37	+ 40	+ 43	+ 50	+ 49	+ 52	+ 43
			+ 57		+ 48		+ 31		+ 28		+ 33		+ 38		+ 46		+ 41		+ 49		+ 47	
Gemiddelde der bovenste 3 raaien			+ 19		+ 16		+ 10½		+ 9½		+ 11		+ 12½		+ 15½		+ 13½		+ 16½		+ 15½	

Raai gelegen midden tusschen de hoofden	40		30		20		+ 10		0		— 10		— 20		— 30		— 40		— 50		— 60	
	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909	1908	1909
Ic—IIc	+ 15	+ 12	+ 13	+ 3	— 3	— 6	— 7	— 9	— 9	— 11	— 13	— 9	— 14	— 11	— 14	— 11	— 15	— 9	— 14	— 5	— 13	— 3
IIc—IIIc	+ 16	+ 15	+ 8	+ 4	— 3	— 4	— 6	— 6	— 4	— 6	— 3	— 6	— 4	— 5	— 3	— 4	— 2	— 4	+ 2	+ 4	8	+ 18
IIIc—IVc	+ 20	+ 7	+ 18	+ 3	+ 16	— 2	+ 13	— 5	+ 12	— 6	+ 6	— 7	+ 4	— 7	+ 3	— 7	+ 3	— 6	+ 5	— 5	+ 12	+ 1
IVc—Vc	— 14	— 9	— 16	— 12	— 19	— 17	— 19	— 16	— 18	— 15	— 10	— 15	— 5	— 14	— 1	— 12	+ 2	— 10	+ 7	— 8	+ 13	— 2
Vc—VIc	0	+ 1	— 2	+ 3	— 3	+ 5	— 7	+ 1	— 11	0	— 11	— 6	— 12	— 11	— 12	— 13	— 11	— 14	— 11	— 14	— 10	— 14
VIc—VIIc	— 1	— 8	0	— 6	— 1	— 3	— 2	— 1	— 6	— 5	— 8	— 6	— 14	— 5	— 23	— 4	— 30	— 11	— 22	— 3	— 23	— 1
VIIc—VIIIc	+ 8	+ 2	+ 10	— 2	+ 2	— 7	+ 9	— 1	+ 7	— 5	+ 3	— 7	— 7	— 15	— 15	— 20	— 15	— 20	— 16	— 21	— 15	— 19
VIIIc—IXc	+ 4	+ 5	+ 3	+ 6	+ 2	+ 4	+ 1	+ 1	+ 3	+ 3	+ 6	+ 7	+ 3	+ 4	— 1	— 1	— 2	0	— 1	+ 1	— 1	— 3
IXc—Xc	— 10	— 8	— 11	— 13	— 10	— 9	— 10	— 5	— 6	+ 5	— 3	+ 7	— 1	+ 1	— 4	— 2	— 8	— 10	— 10	— 14	— 18	— 21
Xc—XIc	— 10	— 2	— 10	+ 1	— 9	— 2	— 3	+ 1	— 2	— 1	— 4	— 1	+ 1	+ 2	— 9	— 4	— 10	— 6	— 6	— 3	— 8	— 4
XIc—XIIc	— 4	— 2	— 5	+ 2	— 7	+ 5	— 12	+ 3	— 10	0	— 6	0	8	— 2	— 9	— 2	— 9	— 3	— 14	— 5	— 14	— 7
XIIc—XIIIc	0	— 1	— 2	— 1	— 6	— 1	— 6	0	— 3	— 1	— 3	— 5	— 3	— 5	— 3	— 3	— 6	0	— 2	+ 1	0	+ 3
Som der onderste 8 raaien .	— 13	— 13	— 17	— 10	— 32	— 8	— 30	— 1	— 28	— 4	— 26	— 11	— 41	— 31	— 76	— 49	— 91	— 64	— 82	— 58	— 89	— 66
	— 13		— 13		— 20		— 15		— 16		— 18		— 36		— 62		— 77		— 70		— 77	
Gemiddelde der onderste 8 raaien . . .	— 1½		— 1½		— 2½		— 2		— 2		— 2		— 4½		— 8		— 9½		— 9		— 9½	
Som der bovenste 3 raaien .	+ 51	+ 34	+ 39	+ 10	+ 10	— 12	0	— 20	— 1	— 23	— 10	— 22	— 14	— 23	— 14	— 22	— 14	— 19	— 7	— 6	+ 7	+ 16
	+ 42		+ 24		— 1		— 10		— 12		— 16		— 18		— 18		— 16		— 6		+ 11	
Gemiddelde der bovenste 3 raaien	+ 14		+ 8		— ½		— 3½		— 4		— 5½		— 6		— 6		— 5½		— 2		+ 3½	

Het + teeken beduidt verhooging van het strand (in d.M.) sinds den aanleg der hoofden.

Het — teeken beduidt verlaging van het strand (in d.M) sinds den aanleg der hoofden.

Hoewel geprononceerde doorloopende sleuken op door hoofden verdedigde stranden uit den aard der zaak minder voorkomen, blijkt toch dat ook bij dergelijke stranden de aanwinst niet gelijkmatig plaats heeft en ook deze niet altijd dezelfde en een gelijkmatige helling hebben [1]).

Algemeene opmerking, betreffende de constructie der hoofden benoorden de Pettemer zeewering.

De constructie der hoofden benoorden de Pettemer zeewering, aangelegd in de jaren 1880—1884, is zeer interessant, omdat ze ons leert wat de gevolgen zijn van een te lichte constructie aan de open Noordzee. En merkwaardig is het, dat men dank zij de ervaring sindsdien ook elders — met name op Vlieland en in Delfland — opgedaan, het nu van zelf sprekend vindt, wanneer men de toen toegepaste constructie nagaat, dat daar, waar zij te kort is geschoten, dit moest geschieden, terwijl die hoofden, destijds met een streven naar gepaste zuinigheid ontworpen, toen golden voor hoofden, die elders als voorbeeld konden dienen.

Zooals uit bovenstaande duidelijk is, verschaffen ook deze hoofden een schat van ervaring, welke tot den opbouw van een wenschelijk constructiesysteem goede diensten kan bewijzen.

Het lengteprofiel.

Van de Pettemer zeewering af tot even voorbij strandpaal 19 was het duin sterk ingeschaard, toen men met den aanleg van hoofden begon. Bij het algemeene plan werden de koppen der hoofden in een vloeiende lijn gelegd en aan het worteleinde de hoofden aangesloten aan den bestaanden duinvoet. Dit had ten gevolge, dat de hoofden verschillende lengten hebben.

Gemiddeld reikten de zeeëinden van het zetwerk der eerste 6 hoofden ongeveer tot de laagwaterlijn. Het gestorte werk stak daar. ongeveer 24 M. buiten uit. Het worteleinde ligt op 1.50 M. + Volzee, het zeeëinde van het gezette werk op 0.80 M. — Volzee. De hoofden liggen onder een regelmatige helling, die voor de verschillende hoofden uiteenloopt van $1/80 - 1/17$. Elk der hoofden III, IV, V, VI werd korten tijd na den aanleg verlengd door een met steen bestort zinkstuk, omdat toen geoordeeld werd, dat de zeeëinden dezer hoofden wat meer naar buiten moesten liggen. De overige hoofden zijn in verband hiermede van den aanvang af wat langer gemaakt.

De eerste 6 hoofden bestonden uit:

1⁰. een laag, bestort, gedeelte buiten de bij den aanleg bestaande laagwaterlijn uitstekende;

2⁰. een gezet gedeelte, aanvangende ongeveer ter plaatse van die

---

[1]) Het op bl. 71—79 vervatte levert de gegevens voor het samenstellen der hoofdstukken XIV en XVI, waarin de hier gehouden beschouwingen zullen worden voortgezet en aangevuld.

lijn. Het hoofd lag daar in de as 70 c. M. boven het strand en liep onder een flauwe helling, geringer dan die van het strand, regelmatig landwaarts op, zoodat zeer lage hoofden ontstonden.

Hier, waar het begin van het gezette deel samenvalt met de laagwaterlijn, is een dergelijk lengteprofiel. voor zooverre het natte strand betreft, goed op zijn plaats. Echter zou het bovendeel wat steiler kunnen zijn, opdat eenige meerdere bescherming aan het bovenstrand en duin gegeven zou worden.

Bij een bezoek ter plaatse in het najaar 1909 bleek mij, dat de hoofden toen ter plaatse van de laagwaterlijn vrij veel boven het strand uitstaken, ongeveer 1.5 M., doordat het strand na aanleg der verdediging in den loop der jaren nog achteruitgegaan was, maar dat in weerwil hiervan de hoofden ter plaatse van het droge strand onder het zand bedolven lagen.

De hoofden VII—XI werden dadelijk bij den aanleg langer gemaakt, wat ten gevolge had, dat het zetwerk een eind in zee reikte. Toen men hier nu ook een gelijkmatige helling van het hoofd aannam van af het zeeëinde van het zetwerk tot aan den duinvoet, kwamen ter plaatse van de laagwaterlijn deze hoofden ver boven het strand te reiken. Zelfs nu — in weerwil van het feit, dat het strand tusschen de hoofden VII—XI in zeer gunstige conditie verkeert — zijn de hoofden ter plaatse der laagwaterlijn nog betrekkelijk hoog (zie fig. 4, bijlage 11).

Afmetingen van het grondstuk.

De met steen bestorte gedeelten aan den kop werden bij den aanleg gevormd door zinkstukken, die voor elk hoofd 34 M. lang waren en 15 M. breed. Zij reikten 10 M. onder de met steen bezette gedeelten, zoodat *voor* het zetwerk lag een hoeveelheid stortwerk van 24 × 15 M². Dit is in vergelijking met de elders, vooral later bij en benoorden Callantsoog toegepaste bestortingen weinig en de vraag rijst nu, of gebleken is, dat deze afmetingen van het grondstuk te gering zijn. (Zie fig. 3, bijlage 11).

In het algemeen kan niet gezegd worden, dat dit het geval was. Tot op heden zijn, zoover kon worden nagegaan, de stukken niet verbreed. Alleen bestaat het plan aan de noordzijde van het in bijzondere omstandigheden verkeerende noordelijkste hoofd XI langs het grondstuk nog een zinkstuk aan te brengen.

In verband hiermede zij ook nog gewezen op het zeer opmerkelijke verschijnsel, dat dit *laatste* hoofd steeds zeer veel aan onderhoud aan den kop heeft gekost, veel meer dan de andere hoofden.

Nadere bijzonderheden betreffende de constructie der hoofden benoorden Petten.

De met steen bezette gedeelten der hoofden, breed 6 M. bestaan uit een rietlaag, dik 5 cM., daarop 20 cM. rijs, waarin 5 rijen gecreosoteerde perkoenpalen, waarvan de buitenste 2 voor afsluiting der glooiing dienden. Tusschen die perkoenrijen kwam 20 cM. puin en

Gemiddelde hoogte in d.M. betrekkelijk N. A. P. van het onverdedigde strand, gelegen bezuiden Callantsoog, op bepaalde afstanden uit de gemiddelde laagwaterlijn.

(de hoogten boven N. A. P. zijn vet gedrukt).

Afstand uit de aslijn van hoofd Ic	Jaar van opneming.	Afstand uit de gemiddelde laagwaterlijn. Binnen de laagwaterlijn. 80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	Buiten de laagwaterlijn. 0	5	10	15	20	25	30	35	Som der hoogten der verschillende waarnemingspunten van 35 M. buiten — tot 80 M. binnen de gemiddelde laagwaterlijn.	Gemiddelde strandhoogte tusschen de lijnen gelegen van 35 M. buiten — tot 80 M. binnen de gemiddelde laagwaterlijn.
1050	1903			19	15	11	9	6	2	2	2	2	4	5	4	2	2	5	9	11	13	15	17	19	18		
	1904	20	18	15	12	10	8	7	5	3	2	1	2	6	10	12	13	14	16	15	15	16	16	16	15	—65	—2 1/2
	1905	14	12	11	9	7	4	2	1	2	1	2	3	5	8	13	14	16	18	19	21	22	23	23	23	—155	—6 1/2
	1906	12	10	8	6	1	2	1	3	5	6	5	5	7	8	10	12	13	14	13	14	14	14	14	15	—138	—6
	1907	12	11	9	8	7	6	2	2	1	0	4	3	2	1	3	6	9	12	14	16	17	18	19	21	—69	—3
	1908	10	11	7	1	3	4	6	7	9	3	2	2	2	2	3	5	5	6	9	15	17	19	21	23	—134	—5 1/2
	1909	14	12	12	11	8	5	3	2	1	1	0	2	4	4	6	6	7	6	6	7	9	13	17	19	—37	—1 1/2
750	1903	17	15	13	10	9	7	5	4	3	1	0	0	1	1	2	3	4	6	13	15	17	15	14	16	—23	—1
	1904	16	14	13	11	10	9	8	9	6	4	2	0	4	6	8	12	14	16	17	15	12	11	11	11	—35	—1 1/2
	1905	13	12	10	9	9	8	4	1	0	1	2	0	0	0	1	2	5	7	12	17	18	19	20	20	—58	—2 1/2
	1906	15	13	11	9	8	6	5	8	10	11	9	2	4	7	7	8	6	12	13	14	15	15	16	9	—23	—1
	1907	5	0	1	1	2	1	1	1	2	2	3	4	7	11	15	16	19	20	21	22	22	23	26	26	—229	—9 1/2
	1908	12	12	12	10	6	1	5	6	8	8	9	10	10	10	6	6	7	8	8	9	9	11	13	15	—105	—4 1/2
	1909	8	6	4	3	2	5	5	3	1	0	2	4	6	6	5	5	4	4	4	6	6	7	13	15	—50	—2
450	1900	17	14	12	10	9	7	6	7	6	5	4	2	6	10	11	12	15	17	16	12	8	8	7	7	—30	—1
	1901	16	14	12	11	10	10	12	13	14	11	6	4	2	6	7	8	9	8	7	7	7	8	8	19	+46	+2
	1902	16	15	13	11	8	6	4	2	1	2	0	2	6	8	11	12	13	14	15	17	18	19	20	22	—99	—4
	1903	15	13	11	9	7	5	4	2	2	1	0	2	4	6	8	10	13	13	11	8	7	7	7	7	—34	—1 1/2
	1904	17	16	14	12	11	10	9	8	8	8	9	7	5	5	4	3	1	2	3	5	8	10	14	15	+90	+4
	1905	19	17	14	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	2	1	1	0	1	2	4	6	10	14	+94	+4
	1906	16	15	13	11	9	7	6	8	9	3	2	1	0	2	4	5	7	8	10	14	14	16	18	21	—19	—1
	1907	11	10	10	8	4	1	1	3	3	3	2	0	0	0	2	4	6	9	12	14	16	16	16	17	—56	—2 1/2
	1908	17	16	14	13	12	11	11	11	8	6	0	5	7	8	8	9	9	10	10	10	7	8	10	12	+6	0
	1909	10	10	8	6	4	3	2	5	5	3	5	5	10	13	16	16	20	21	22	24	24	24	24	22	—190	—8
Totaal		322	286	266	218	172	133	100	85	64	48	16	23	76	116	150	182	218	256	282	312	322	343	376	393		—54 1/2
Gemiddeld (afgerond op halve d.M.)		14	12 1/2	11	9	7	5 1/2	4	3 1/2	2 1/2	2	1/2	—1	—3	—5	—6	—7 1/2	—9	—10 1/2	—12	—13	—13 1/2	—14 1/2	—15 1/2	—16 1/2		—2 1/4
Gemid. afwijking („ „ kwart „)		3	2 3/4	2 1/2	2 1/2	3	3	3 1/4	3 3/4	4	3 1/4	3 1/4	3	3 1/2	4	4 1/4	4 1/4	4 1/2	4 1/2	4	4 1/4	4 1/4	4 1/2	4 1/4	4 1/4		

daarop kopzuilen van 30 cM. lengte. Naast het eigenlijke hoofd werden plasbermen aangelegd, *afgesloten door perkoenpalen.* Zij bestonden uit rijshout, een stortsel puin dik 10 cM. en daarop regelmatig en dicht aaneengesloten een laag basaltstortsteen (zie fig. 3, bijl. 11).

Zooals elders, bleken ook hier perkoenpalen te licht voor afsluiting van het zetwerk, vooral toen de plasbermen nog alleen de buitenste afsluiting vormden. Thans zijn de plasbermen feitelijk een deel van het hoofd, waar een steunberm buiten ligt. Later is namelijk langs de buitenzijde der voormalige plasbermen aangebracht een rij palen, lang 2 à 2.5 M., en men heeft daarbuiten langs steunbermen aangebracht, die niet door paalrijen zijn afgesloten en derhalve verlagingen van het strand gemakkelijk konden volgen door nazakking.

De betrokken Opzichter van den Waterstaat S. Bos deelde mij betreffende de 5 perkoenrijen, die thans in het zetwerk voorkomen het volgende mede: „Alle perkoenrijen in de lengterichting van het „hoofd zijn gebleven, — naar mijne meening zijn zij echter niet aan „te bevelen. Dikwijls is gebleken, dat zij het uitslaan van de zuilen „geenszins verhinderen en die vele rijen perkoenen zijn een beletsel „voor het maken van sterk zetwerk, doordat bij het aansluiten nood- „zakelijk min of meer stopstukken worden verwerkt."

Voorts heeft de ondervinding aldaar geleerd, dat zuilen van 30 cM. lengte voor het zeeëinde der hoofden licht zijn en dat dáár, over een afstand van 25 à 40 M. langer zuilen behooren te worden toegepast.

De hoofden, aanvankelijk aangelegd met breedte van 6 M., *waarnaast bermen, afgesloten aan de buitenzijde door een perkoenrij*, zijn geleidelijk veranderd in hoofden van 10 M. breed, waarnaast *bermen, niet door een perkoenrij afgesloten*, welke bermen, wanneer het strand vermagert, zich gemakkelijk een weinig zetten kunnen. De breedtemaat is echter geenszins door de praktijk noodzakelijk bevonden, maar is in het leven geroepen, doordat de oude plasbermen bij het hoofd getrokken zijn. [1])

Voor nadere bijzonderheden omtrent de hoofden benoorden Petten aangelegd, kan verwezen worden naar de bestekken n⁰. 54, dienst 1880; n⁰. 58, dienst 1881, n⁰. 205, dienst 1881/1882; n⁰. 69, dienst 1883.

Het lengteprofiel der hoofden bij en benoorden Callantsoog.

In 1899 werd aanbesteed de aanleg van drie hoofden voor Callantsoog, gelegen op onderlingen afstand van 200 M.

De hoofden bestaan van af het zeeëinde gerekend, uit:

1⁰. gestort werk lang 20 M., waarvoor nog een grondstuk, dat 15 M. buiten het gestorte werk uitsteekt.

---

1) Vergelijk hiermede bl. 101.

2°. gezet werk lang 150 M,

3°. een met steen bedekt rijsbeslag lang omstreeks 30 M.

Als eisch moest natuurlijk gesteld worden, dat bij normaal laag water, zijnde 90 c.M. — N. A. P., het zetwerk, dat het meest aan het zeeëinde gelegen was, nog aan te brengen zou zijn (Vergelijk hoofdstuk XVIII). Waar nu hier ter plaatse zuilen van 60 cM. worden noodig geoordeeld, werd het wenschelijk geacht de kruin van het zetwerk aan den kop te ontwerpen op de hoogte van N. A. P., d. i. 90 cM. + L.W., de zijkanten op 0.30 M. — N. A. P. Hierdoor was dus de hoogte van de aslijn van het hoofd aan het zeeëinde van het gezette werk bepaald.

Van hier af daalde de bovenkant van het gestorte werk tot 90 cM. — N. A. P.

Aan het worteleinde van het rijsbeslag, d. i. ter plaatse van de aansluiting met den duinvoet, werd de hoogte in de aslijn aangenomen op 2.40 M. + N. A. P., d. i. ruim 2 M. + H. W. Deze maat werd vastgesteld door de hoogte van den bestaanden duinvoet ter plaatse.

De hoogte van de aslijn van het hoofd was aan het worteleinde van het gezette gedeelte, d. i. dus 150 M. binnen het zeeëind hiervan, 2 M. + N. A. P.

Aangezien men tot aslijn koos de **rechte** lijn, die de kruinen aan het zeeëinde en het worteleinde van het gezette gedeelte verbindt, bedroeg dus de helling der kruinlijn van het hoofd over de 150 M. lengte van het gezette werk, 1 op 75. Deze zelfde helling werd ook over het 30 M. lange aansluitende rijsbeslag toegepast.

De tonrondte van het gezette werk bedraagt aan het zeeëind 0.3 M., aan het landeind 1 M. Deze beide maten gaan geleidelijk in elkaar over. Het rijsbeslag verkreeg dezelfde tonrondte als het landeind van het gezette werk.

In de eerste plaats zal nu worden nagegaan welke gevolgen de keuze van lengteprofiel onvermijdelijk met zich sleept. Deze gevolgen hebben grooten invloed op de constructie van het hoofd.

De gemiddelde helling van het droge strand van een in evenwicht verkeerend strandvak in Noord-Holland kan aangenomen worden te zijn 1 op $22^1/_2$ [1]), van het natte strand 1 op 45. Deze maten zullen voor onze beschouwingen aangehouden worden.

De breedte van het droge strand zal dan bedragen 22.5 × 2 M. = 45 M. (de duinvoet ligt 2 M. boven gewoon H.W.), die van het natte strand 45 × 1.25 M. = $56^1/_4$ M.

---

[1]) Hierbij verdient opmerking, dat het droge strand een eenigszins hol beloop heeft, waardoor de helling over het benedenste deel van het droge strand flauwer is dan 1 op $22^1/_2$, over het bovenste deel steiler.

Neemt men nu aan, dat de hoogwaterlijn op den duur op 45 M. buiten den bestaanden duinvoet, de laagwaterlijn op 100 M. daarbuiten komt te liggen, dan leert een eenvoudige berekening, dat van de hoofden bij en benoorden Callantsoog de aslijn ter plaatse van de hoogwaterlijn en de laagwaterlijn respectievelijk 1.30 M en 1.80 M. boven het strand gelegen zal zijn.

In werkelijkheid waren die maten bij den *aanleg* dezer hoofden gemiddeld 1.60 M. en 2 M., dat is dus, zooals te verwachten is, iets meer dan de waarden, berekend voor den evenwichtstoestand van het strand.

De figuren 3 en 4 van bijlage 12 geven een overzicht van den gemiddelden toestand verscheidene jaren na den aanleg der hoofden, die op onderlingen afstand van respectievelijk 200 en 300 M. zijn gelegen.

Duidelijk is het, dat men tengevolge van het gekozen lengteprofiel komt tot hoofden, die bij den aanleg zeer hoog boven het strand uitsteken en zoo er geen aanzienlijke aanwinst plaats heeft, dit ook zullen blijven doen.

Het doel van een strandverdediging is een evenwichtstoestand te verkrijgen, waarbij het duin niet meer achteruitgaat. Bij een duinvoet van 2 M. + H. W. en een strand, dat de bovenvermelde hellingen heeft, kan men aannemen, dat die evenwichtstoestand bestaat.

Heeft men dit dus bereikt, dan kan men tevreden zijn. In dit geval echter liggen de Callantsoogsche hoofden ver boven het strand, waaruit volgt, dat in dit geval de hoofden noodeloos hoog en zwaar zijn.

De fouten van dit profiel zijn:

1⁰. Van af den kop tot aan de laagwaterlijn is de helling van de aslijn te groot.

2⁰. Boven de hoogwaterlijn is de helling van de aslijn te klein.

Met behoud van de aangenomen hoogte van het zee- en worteleinde van het hoofd, behoorde de aslijn over het middengedeelte aanzienlijk te zinken.

Het grondstuk.

Het hoofd rust op een grondstuk, landwaarts tot ruim binnen de laagwaterlijn doorgetrokken. Volgens het eerste bestek van aanleg werd dit grondstuk ontworpen niet breeder dan voor de opwerking van het lichaam van het hoofd strikt noodzakelijk was en het lag in de bedoeling de ondervinding uitspraak te laten doen of daarmede volstaan kon worden. Bij de uitvoering bleek echter, dat een eenigszins uitstekend grondstuk onmogelijk te missen was. Men merkte nl. op, dat zoodra een nieuw gedeelte grondstuk was vooruitgebracht, de zijkanten daarvan min of meer wegzakten door de zich daarlangs vormende diepte.

Neemt men nu eenig uitstek aan weerszijden, dan verkrijgt men een voldoend breeden, horizontaal liggenden, grondslag voor het hoofd, terwijl tevens de nazakking der uitstekende gedeelten tengevolge heeft, dat een verdere ondermijning van het hoofd wordt tegengegaan. In verband hiermede zijn de grondstukken aan weerszijden 2 M. breeder gemaakt dan ze volgens de besteksteekening zijn ontworpen.

Boven het grondstuk werd het lichaam der hoofden tot aan het zeeëind van het gestorte werk zooveel noodig opgewerkt met zinkstukken tot gemiddeld L. W. (zie fig. 1, bijlage 13).

Het zeeëinde.

Daarboven wordt over de eerste twintig meter, zooals reeds terloops werd opgemerkt, het hoofd gevormd door stortwerk, dat bijna horizontaal ligt, nl. onder een helling van nog niet $^1/_{20}$. Het nut van dit bijna horizontale gestorte gedeelte, gelegen voor het eigenlijke zetwerk, is twijfelachtig. De losse stortsteen, al gebruikt men daarvoor zware stukken, zal minder goed weerstand bieden aan den golfslag, dan de zooveel sterkere, tusschen paalrijen opgesloten steenglooiing. Wel is het natuurlijk voor den kop noodig om stortwerk aan te brengen om hem voldoende te beschermen en een overgang te vormen van den kop naar den zeebodem; wel heeft het dan zijn nut om den overgang een flauwe helling te geven, opdat de zee er zoo weinig mogelijk vat op heeft; maar waarom dit stortwerk zoover binnenwaarts uitgebreid wordt is niet duidelijk (zie fig. 6 bijl. 13).

De voorkeur schijnt het te verdienen om met het zetwerk verder zeewaarts door te gaan en vervolgens van af den kop het stortwerk onder een flauwe helling van b.v. 10 op 1 zeewaarts te doen afdalen

Nadere bijzonderheden, betreffende de constructie der hoofden voor en benoorden Callantsoog.

Ter plaatse van het gezette gedeelte werden de hoofden boven de zinkstukken verder opgewerkt met rijslagen, elk dik 20 cM.

Boven op die rijslagen werd de steenbezetting aangebracht, bestaande over 40 M. lengte uit zuilen lang 60 cM. op hun kop, rustende op 15 cM. puin. De buitengewoon zware afmetingen van deze zuilen springt sterk in het oog, vooral wanneer men in aanmerking neemt, dat aan de koppen der hoofden op Vlieland de zuilen 45 cM. lang zijn en aan de koppen der nieuwste Delflandsche hoofden 30 cM.

Vervolgens liggen over 50 M. zuilen lang 40 cM., en over 60 M. zuilen lang 25 cM.

De breedte van de steenbezetting bedraagt 10 M. hetgeen mij voorkomt vrij veel te zijn.

Omtrent het hooger gelegen gedeelte van het hoofd was voorgeschreven, dat op het strand de grondslag zooveel noodig uitgegraven of aangevuld en daarop een dicht gesloten laag riet, dik 5 cM.,

gelegd moest worden, waarop een rijslaag dik 20 cM., in een richting haaks op de as. Waar de grondslag op het strand niet door aanvulling met zand onder het gevorderde profiel kon worden gebracht, geschiedde dit met rijslagen.

Boven de zoo juist vermelde riet- en rijslaag komt de bezetting van basaltzuilen op hun kop op puin. Deze steenbezetting bestond bij de eerste hoofden (die van 1899) uit drie gedeelten, nl. een middengedeelte gelegd met zekere tonrondte en aan weerszijden horizontale bermen, wier constructie weinig verschilde van die van het middendeel van het hoofd en die aan de buitenzijde door een paalrij werden afgesloten.

Echter behoort het middengedeelte het eigenlijke hoofd te vormen, de beide zijgedeelten den overgang tusschen het hoofd en het strand. Het eigenlijke lichaam van het hoofd moet afgesloten worden door zware palen; het moet een massief, onwrikbaar geheel vormen. De bermen echter moeten zoodanig geconstrueerd zijn, dat zij ook bij een strandverlaging een overgang tusschen hoofd en strand blijven vormen. Zij moeten dus de strandverlagingen kunnen volgen. Zooals de bermen hier geconstrueerd werden, zullen ze dit niet doen, bij eene strandverlaging zullen er naast deze bermen nog weder nietstijve steunbermen moeten worden aangebracht.

Reeds bij het tweede bestek van aanleg van hoofden werd dan ook een gewijzigde constructie der bermen toegepast (zie fig. 2 van bijlage 13).

Het rijsbeslag aan het landeind bestaat uit een rietlaag van 5 cM. en rijsvulling van 20 cM. en een puinbestorting van 10 cM. dikte. Op de puinbestorting wordt regelmatig en dicht aaneengesloten een laag gesorteerde stortsteen gevleid in stukken van minstens 200 K.G.

De constructie der hoofden in 1906—1909 aangelegd.

Sedert 1906 werd een geheel gewijzigd type strandhoofd toegepast.

De hoofden reiken in de eerste plaats minder vèr zeewaarts, hetgeen ook bij behoud van de doorgaande helling van 75 op 1 van de aslijn het hoofd reeds minder hoog boven het strand zou doen reiken. Bovendien echter werd de helling van de lengteas van het zeeëinde af over een lengte van 30 M. genomen 1 op 150; hierdoor werd ook nog de hoogte boven het strand geringer (zie fig. 5, bijl. 12).

De breedte van de steenbezetting is verminderd van 10 tot 7 M. buiten de laagwaterlijn en ter plaatse van het natte strand, terwijl deze ter plaatse van het droge strand 5 M. bedraagt (fig. 3—5, bijlage 13).

Deze wijzigingen zijn m. i. ook in alle opzichten verbeteringen geweest. De kosten der oudere hoofden bedroegen ongeveer f 60.000, die der tegenwoordige (1909) ongeveer f 40.000 per stuk. Alhoewel de hoofden benoorden paal 9.8 nu liggen op een onderlingen afstand

van 200 M., de hoofden bezuiden dien paal op 300 M., is toch de verdediging per K.M. strand niet duurder geworden.[1])

Voor nadere bijzonderheden omtrent de hoofden in de laatste jaren in Noord-Holland aangelegd, kan verwezen worden naar de bestekken no. 110, dienst 1899; no. 101, dienst 1900; no. 51, dienst 1901; no. 55, dienst 1902; no. 102, dienst 1906; no. 66, dienst 1907; no. 105, dienst 1908 en no. 86, dienst 1909.

---

[1]) Na de bewerking van deze verhandeling zijn in 1910 en 1911 nog weder wijzigingen in de constructie aangebracht, welke de hoofden — zonder dat de deugdelijkheid hieronder geleden heeft — aanzienlijk goedkooper gemaakt hebben.

IX.

Het Noorderstrand van Vlieland.[1])

Geraadpleegde bronnen.

Over de zeer belangrijke strandverdediging op het eiland Vlieland is het niet gelukt meerdere gepubliceerde verhandelingen te vinden dan:

1°. de „Memorie nopens den vroegeren en tegenwoordigen toe„stand van Vlieland, van de Vliehors, van het Eyerlandsche gat en „van de zeegaten der Zuiderzee in het algemeen" van den Ingenieur van den Waterstaat J. van der Vegt, afgedrukt in het Verslag aan den Koning over de Openbare Werken van 1865 en

2°. „Strand- en oeververdediging van het eiland Vlieland" door den Ingenieur van den Waterstaat J. P. Wijtenhorst afgedrukt in het Gedenkboek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

De hierna gegeven geschiedenis vóór 1854 is grootendeels aan eerstgenoemd werk ontleend, terwijl tot het samenstellen van de geschiedenis na dit jaar en van het overzicht der verschillende voor de hoofden toegepaste constructies de in de tweede plaats vermelde verhandeling herhaaldelijk geraadpleegd is.

Algemeene beschrijving van het kustvak.

Zooals duidelijk blijkt uit het uittreksel van de hydrographische kaart der zeegaten van Vlieland, Terschelling en Ameland, uitgegeven in 1906 (zie bijlage 14) en uit de dwarsprofielen, die met behulp van de peilingen, gedaan in 1908 zijn samengesteld, (zie fig. 3, bijl. 15). komen groote diepten dicht bij de kust niet voor.

Echter wordt er op gewezen dat het strand geheel onbeschermd ligt voor de Noordzeegolven.

Bij vergelijking van de uitkomsten der oudste peiling, nl. van 1892 met die van 1907 blijkt, dat de dieptelijnen de kust niet genaderd zijn in die 15 jaren.

---

[1]) Hierbij bijlage 14, 15, 16 en 17.

Eigenaardig is ook hier het verschijnsel, dat buiten de laagwaterlijn zich bijna overal een geul bevindt, die zoo goed als nergens dieper is dan 5 M. onder laagwater en door een rug, welke als regel 0.5 à 2 M. uitsteekt boven het diepste punt van de geul, van den geleidelijk verdiependen zeebodem gescheiden wordt.

Het strand tusschen de palen 42 en 51 nam vóór den aanleg van de strandhoofden sterk af. In de jaren 1855 tot 1887 kwamen 53 hoofden gereed, die tengevolge gehad hebben, dat van een sterken achteruitgang geen sprake meer is. Toch is over het grootste deel van het thans verdedigde kustvak een evenwichtstoestand nog niet geheel verkregen.

De hoofden hadden onmiddellijk — en dit verschijnsel blijkt duidelijk uit de op bijlage 16 voorgestelde graphische voorstellingen — een sterke strandverbreeding tengevolge, zoodat op het oogenblik overal een fraai breed strand aanwezig is.

Op het gedeelte bezuiden strandpaal 41½, de zoogenaamde Vliehors, gaat de laagwaterlijn niet sterk achteruit, terwijl men hier toch geen kunstmatige middelen toepast om haar op de plaats te houden.

Terwijl de aanval op het strandvak van paal 42 tot 51 vrij geregeld gedurende de verschillende jaren dezelfde is, doordat de diepte voor de kust weinig verandert, is dit voorbij paal 51 niet het geval; het zeegat genaamd Stortemelk, dat hier den toestand beheerscht, verandert dikwijls in richting en diepte. Het gevolg hiervan is, dat de ligging van de laagwaterlijn sterk verandert.

Van paal 41.5 af tot paal 54 treft men achter het droge strand een duinregel aan, die op vele plaatsen niet breed is, zoodat men daar niet zeer veel te verliezen heeft, anders dan op gevaar af, dat groote duinvalleien overstroomen. Daar echter, zooals reeds werd opgemerkt, de evenwichtstoestand bijna is bereikt, baren voorloopig de afmetingen van de duinen nog geen zorg; mocht een regel neiging vertoonen tot doorbreken, dan zal men zonder al te groote kosten in staat zijn dezen te verbreeden. Bovendien zijn de zeer zwakke plekken niet uitgestrekt; zij komen voor achter de hoofden 1, 5, 6 en 20.

Toen er in de tweede helft der vorige eeuw door een zeer gunstige ligging van het Stortemelk een groote zandaanwinst plaats had tusschen de strandpalen 52 en 54, heeft men daar ter plaatse een groot eind buiten den bestaanden duinregel een nieuwen doen aanstuiven, hopende op deze wijze een vallei te verkrijgen, waarin het een en ander zou willen groeien. Het gevolg hiervan is geweest, dat al het stuifzand werd opgehouden *voor* deze vallei (Kooremansvallei). Nu tegenwoordig hier ter plaatse een sterke stroomaanval is, gaat deze geheele duinregel weder verloren. De vraag rijst nu of op plaatsen

als hier, waar een zeer afwisselend zeegat den toestand beheerscht, het wel aanbeveling verdient verre voor den bestaanden duinregel een nieuwen aan te winnen, wanneer de omstandigheden gunstig zijn. Want in geval dit gedaan wordt, is men toch zeer spoedig bij terugkeerenden aanval al het aangewonnen zand kwijt, terwijl het anders tegen den ouden regel gestoven zoude zijn en veel langer bewaard zou zijn gebleven.

De toestand ter plaatse van de Kooremansvallei is op dit oogenblik zoodanig, dat er van den nieuwen duinregel zoo goed als niets over is.

Over de stroomen in zee nabij het eiland Vlieland.

Omtrent de stroomen in zee voor het noorderstrand van het eiland Vlieland zij in de eerste plaats het volgende medegedeeld:

Bij de afdeeling Hydrographie van het Departement van Marine is het een bekend feit, opgemerkt bij het doen van peilingen vlak voor de kust, dat de stroom voor het eiland Vlieland in zee, vooral van twee uur vóór hoogwater tot hoogwater sterker is dan op eenig punt voor den vasten wal van Holland, met name *veel* sterker dan voor Petten en Callantsoog.

De Kapitein-luitenant ter zee J. M. Phaff, sous-chef der afdeeling Hydrographie, deelde mij dit mede als zijnde zijne persoonlijke ervaring. Dank zij vele belangrijke inlichtingen, mij door dezen hoofdofficier verstrekt, kunnen eenige korte beschouwingen omtrent de oorzaak van dit feit gegeven worden, onder verwijzing naar bijlage 14.

Bij de verkenningston van het Stortemelk is het ongeveer een uur eerder hoogwater dan aan de haven van West-Terschelling. Het sterkste N. O. gaand tij in zee loopt van ongeveer twee uur vóór tot twee uur na hoogwater ter plaatse; van geruimen tijd vóór het oogenblik, dat het buiten hoogwater is tot korten tijd daarna, zuigt de Zuiderzee door den Vliestroom water naar binnen en wel in de eerste plaats door het Stortemelk, hetwelk als een trechter het water, door het N. O. gaand tij medegevoerd, opneemt. Het eiland Vlieland werkt dan eenigszins als stroomleidende dam.

Het baart geen verwondering, dat gedurende den tijd kort voor hoogwater, wanneer het N. O. gaand tij buiten het sterkst is, en dit langs de kust van Vlieland nog versterkt wordt door de omstandigheid, dat het Stortemelk water tot zich trekt, er op het Noorderstrand van Vlieland een bijzonder sterke stroom is.

De stroom valt het sterkst aan, daar waar de kustlijn het meest uitsteekt. In de 18e eeuw was dit ter plaatse, waar eertijds het dorp West-Vlieland lag, dicht bij strandpaal 37, en toen daar het uitstekende gedeelte, dat den stroom in zijn loop stuitte, weggeschuurd was, verplaatste zich de aanval noordoostelijker, ongeveer

ter hoogte van de strandpalen 42 tot 45. Dank zij de kostbare verdediging met strandhoofden heeft men in de laatste 50 jaren dit gedeelte als uitstekende punt bewaard; het gevolg daarvan is, dat het steeds het meest uitstekende en dus meest aangevallen deel van de kust is gebleven.

Door een samentreffen van een sterke trekking van water naar binnen met de maximum-snelheid van het N. O. gaand tij, wordt op het Noorderstrand van Vlieland een werkelijk zeer ongunstige toestand geschapen.

Thans zal zeer beknopt nagegaan worden hoe de stroomen aan de Noordzijde van Vlieland gedurende het overige deel van het getij zijn, hoewel dit voor ons onderzoek van minder belang zal blijken.

Kort na hoogwater te Terschelling begint reeds water uit de Zuiderzee te trekken naar het Stortemelk, terwijl het water door het Boomkensdiep nog naar binnen stroomt. In het Boomkensdiep kentert ongeveer een uur na hoogwater te Terschelling de getijstroom en van nu af stroomt het water sterk door het Stortemelk naar buiten.

Er is dan echter buiten nog N. O. gaand tij, zoodat het water door het Stortemelk uitstroomende, noordwaarts gedrongen wordt, waarmede de noordwaartsche ombuiging van het zeegat wellicht verband houdt.

Ongeveer 2 uur na hoogwater in de haven van Terschelling, d. i. 3 uur na hoogwater buiten, kentert de getijstroom in de Noordzee en de stroom begint zuidwestelijk te worden. Het Z.W. gaand tij wordt door de banken benoorden en bewesten den Noordvaarder en bovendien door het uitstroomende water van het Boomkensdiep en het Stortemelk naar buiten gedrongen.

Een gevolg hiervan is, dat gedurende den tijd, dat er zuidwestgaand getijde is en er bovendien door het Stortemelk water naar buiten trekt, langs de kust van Vlieland weinig stroom gaat.

Ruim 1 uur na laagwater te Terschelling begint het tij den Vliestroom geregeld in te trekken. Buiten kentert nu langzamerhand de stroom. Langs de kust van Vlieland zal de stroom dan slechts gering zijn, daar hij alleen gevormd wordt door de zuigende werking van den Vliestroom.

Ongeveer drie à twee uur vóór hoogwater te Terschelling wordt het noordoostgaand getijde sterk en ontstaat er, zooals hiervoor medegedeeld werd, een sterke stroom langs de kust.

Geschiedenis vóór 1854.

In de 16e en 17e eeuw trof men op het eiland Vlieland twee dorpen aan, Oost-Vlieland, gelegen ter plaatse van het tegenwoordig dorp Vlieland, en West-Vlieland benoorden en op de plaats, waar zich thans de Hors bevindt. Geleidelijk sloeg bij West-Vlieland steeds

meer duin weg en in 1736 was het dorp geheel verdwenen. Uit bijlage 15 fig. 1 blijkt, dat in 1722 de hoogwaterlijn West-Vlieland reeds zeer genaderd was. De achteruitgang van de Westpunt van het eiland bleef voortduren; in 1756 kwamen beoosten de plaats, waar vroeger het dorp lag, door de op elkaar volgende stormen in dat jaar twee doorbraken in den duinregel, waarvan de eerste alleen bij hoogwater en de laatste ook bij laagwater een gemeenschap tusschen de Noord- en Zuiderzee vormde.

De afname tusschen de jaren 1726 en 1756 is verbazend groot geweest. Ook na dien tijd sloegen de duinen jaarlijks meer en meer weg, terwijl de Hors zich naar binnen uitbreidde.

Reeds in 1850 en misschien reeds geruimen tijd vroeger, was er van duinen op de Hors geen sprake meer. Zij vormde en vormt nog slechts een kale zandvlakte.

Wanneer men aanneemt dat fig. 1 bijlage 15, voorstellende verschillende toestanden van het eiland Vlieland, overgenomen van bijlage 8 van de Memorie van den Ingenieur van den Waterstaat J. van der Vegt, juist is, dan blijkt van 1688—1895 de achteruitgang dáár verreweg het sterkst geweest te zijn, waar eertijds ongeveer het dorp West-Vlieland lag, nl. dicht bij strandpaal 37. Zeer merkwaardig is het, dat van 1860—1900 daar ter plaatse geen achteruitgang van de laagwaterlijn plaats had, hetgeen waarschijnlijk verband houdt met hetgeen is medegedeeld op bl. 89.

In de eerste helft der 19e eeuw was de sterkste aanval ter hoogte ongeveer van de Meeuwenduinen en iets ten noordoosten daarvan, d.i. bij strandpaal 42—45. De groote afname daar ter plaatse blijkt ook weder duidelijk uit de reeds vermelde teekening.

Geschiedenis na 1854.

De teruggang van de duinen en de verarming van het strand hier ter plaatse noopten er toe om in 1854 met den aanleg van rijzen hoofden aan te vangen. Het gevolg was, dat er in 1856 reeds een 12-tal hoofden bestonden. Deze werkten aanvankelijk goed en men bereikte er mede, dat voor de vallei van Malgum, die bij hoogwater onderliep, wederom een duinregel kon worden aangewonnen.

Echter sloegen door de stormen van 1862 de hoofden aan de landzijde over een groot deel der lengte weg en in den duinregel vielen doorbraken. De zeeëinden der hoofden bleven bestaan; zij werden echter niet weder aangesloten aan de duinrij. Tusschen de hoofden 5 en 8 werd het duin onder een beloop van 20 op 1 afgevlakt met het doel deze afvlakking oostwaarts voort te zetten. Men beoogde hiermede een proef om na te gaan in hoeverre een afvlakking van duin, onder zeer flauw beloop tegen den aanval van het water bestand zou zijn.

Aanvankelijk schijnt men hiermede bevredigende uitkomsten te

hebben verkregen, want zooals verwacht kon worden: het duinverlies was aanvankelijk minder dan vroeger. Echter kon dit afgevlakte duin slechts in geringe mate veroorzaken, dat het strand minder zou achteruitgaan. Wel hoopte men dat de golven bij storm nu minder zouden inwerken op het strand, daar zij tegen het flauwe duinbeloop werden uitgeput, terwijl zij vroeger tegen den steilen duinregel opsloegen en terugvielen en zoodoende vooral het bovenstrand bijzonder loswoelden. Maar, waar het niet alleen de golven zijn, die het strandverlies veroorzaken, maar ook de stroom, die, over het strand strijkende, het door de golven losgewoelde zand medevoert, baart het geen verwondering, dat dit middel niet afdoende hielp.

Men hervatte, nadat in 1862 hoofd 14 en in 1865 hoofd 15 gemaakt was, den aanleg der hoofden in 1866 weder met kracht, zoodat men in 1869 op het noorderstrand van Vlieland een 28-tal hiervan telde, die het strand beschermden van paal 42.5 tot paal 47.4.

De gunstige invloed van de hoofden was zeer groot; in fig. 5 van bijlage 16 is graphisch voorgesteld de achteruitgang van duin en strand van 1860 af ter plaatse van paal 47. Het jaar van den aanleg der hoofden bij dien paal is duidelijk gemarkeerd. De invloed der hoofden springt sterk in het oog.

Na 1869 werd de aanleg van strandhoofden eenige jaren gestaakt, niet omdat men den aanleg onnoodig oordeelde, maar aangezien de gelden, voor het eiland Vlieland uitgetrokken, elders moesten worden benut. Dat dit uitstel zeer ten nadeele van duin en strand was, blijkt wel uit figuur 6, voorstellende den toestand tusschen de jaren 1860 en 1909 ter plaatse van strandpaal 48. Terwijl bij paal 47. tot waar men met de verdediging was gevorderd, de laagwaterlijn in de jaren 1869—1874 vrijwel stationair gebleven is, trok ze in dien tijd bij paal 48, dien men in dien tijd met de verdediging nog niet bereikt had, een 50-tal meters achteruit.

In 1872 werd de strandverdediging regelmatig voortgezet, hetgeen tengevolge had, dat in 1877 in het geheel een 40-tal hoofden aanwezig waren, op afstanden van 130 à 180 M. van elkander gelegen. In 1879 werd hoofd 42 aangelegd met weglating voorloopig van hoofd 41; zoo werd gedurende eenige jaren telkens een hoofd overgeslagen om een grootere strandlengte te beheerschen en daardoor zoo mogelijk met een zelfde aantal hoofden meer strand te behouden. Op deze wijze was men in 1881 tot hoofd 50 gekomen.

In 1872 werd aangevangen met de hoofden volgens een verbeterde constructie te maken. Door den langen tijd, die verliep tusschen den aanleg van de hoofden 28 en 29, was het strand beduidend achteruitgegaan. Bij den aanleg van de hoofden 29 en de meer oos-

telijk gelegene, werden daarom lange zinkstukken vereischt, om de koppen daarvan in één lijn met die van de reeds aanwezige hoofden te kunnen brengen, hetwelk met het oog op de sterkte van de geheele zeewering gewenscht geacht werd. Deze koppen werden door een zware bestorting versterkt. De hoofden strekten zich uit tot den duinvoet.

In 1884 is men weder voortgegaan met den aanleg van hoofden, waaraan in de beide voorafgaande jaren niets was verricht, omdat vele belangrijke herstellingen en veranderingen aan de bestaande hoofden, waaronder verlaging van tien hoofden in 1882 en 1883, noodzakelijker gebleken waren dan het aanleggen van nieuwe hoofden. In dit jaar werd dit laatste weer een behoefte wegens sterke afname nabij en beoosten het strandscherm sedert het vorige jaar, waardoor ook het in 1881 laatst gelegde hoofd no. 50 belangrijk geleden had. In 1885 werden 2 hoofden A en B in het belang van het westeinde der duinen gelegd.

Zooals reeds werd vermeld, legde men bij wijze van proef in de jaren 1879—1881 een aantal hoofden aan op den dubbelen van den vastgestelden onderlingen afstand van 180 M. Dit schijnt niet voldaan te hebben, want in 1884 en 1886 werden tusschen die hoofden op de helft van hun onderlingen afstand telkens nieuwe aangelegd; dit is alleen tusschen de dammen 42 en 44 tot op heden niet geschied.

Hiermede werd in 1887 het laatste der nu aanwezige strandhoofden aangelegd. Echter was men geheel niet gekomen in den toestand, dat de strandverdediging nog slechts weinig kostte, want de langzame achteruitgang van het strand op vele plaatsen maakte achterwaartsche verlengingen en een verlaging of verbreeding van vele hoofden noodzakelijk. Verder hadden zij veel te lijden door de zware golven, die groote stormschade veroorzaken en er toe brengen, de hoofden steeds sterker te construeeren, zoodat men nog jaarlijks hiermede bezig is, waarvoor nog groote sommen verbruikt worden.

De constructie der hoofden aangelegd in de jaren 1854—1856.

De eerste hoofden, die op Vlieland werden aangelegd, bestonden grootendeels uit rijshout. Zij waren samengesteld uit een onder- en bovenroosterwerk van wiepen, welke 1 M. uit elkander werden gelegd. Tusschen beide roosterwerken kwam een vulling van rijshout van zoodanige dikte, dat nadat het beknepen was, deze 40 cM. bedroeg.

Deze rijsvulling bestond uit drie lagen:

1⁰. een onderlaag, die als uitschotlaag werd gelegd in de breedte der hoofden;

2⁰. een middenlaag, die als optreklaag was bewerkt en met de eerste laag kruiselings gelegen was, dus in de lengte der hoofden was opgetrokken;

3°. een bovenlaag, die met de tweede laag kruiselings lag en ook als optreklaag was bewerkt.

De onderste of dwarswiep van het bovenroosterwerk moest in de rijsvulling worden ingelaten.

De bovenzijden der zijkanten van de hoofden moesten gelijk liggen met het strand, terwijl de hoofden verder met een tonrondte van 40 cM. werden gelegd.

De zeeëinden werden van een halfcirkelvormigen kop voorzien en aldaar gelijk met het strand ingelaten. Vandaar naar achteren liep het hoofd in de aslijn onder een helling van 9 op 1 op, totdat deze lijn 40 cM. boven het strand was gelegen.

De hoofden werden over de volle breedte, welke 7 M. bedroeg, bezet met doorloopende tuinen van 3 Walchersche staken per M. lengte. De beide buitenste tuinen ter weerszijden en de beide middelste werden op onderlingen afstand van 0.50 M geplaatst en de overige op onderlinge afstanden van 0.25 M. Bovendien werden over de laatste 80 M. van het zeeëinde, de twee paar middelste tuinen op onderlingen afstand van 0.50 M. aangebracht.

Elk der hoofden werd over de lengte bezet met 3 rijen basaltsteen ter dikte van 0.25 M.; alleen op het zeeëinde over 80 M. lengte werden 5 zulke rijen gelegd.

De steenen waren niet lichter dan 65 K.G. en werden vast en dicht ineensluitende tusschen die tuinen aangeknepen, welke op afstanden van 50 cM. van elkander voorkwamen en bovendien 25 cM. uitstaken tot dit doel.

Uit bovenstaande blijkt, dat de constructie van de rijslaag veel overeenkomst had met die van een zinkstuk.

Deze hoofden kostten per stuk ongeveer f 6000.—.

De constructie dezer hoofden bleek veel te licht; [1]) gedurende den winter van 1862 op 1863 hadden zij veel te lijden. Er bleef van de, het dichtst bij het duin gelegen, helft van de dammen zoo goed als niets over.

De besteende rijzen dam aangelegd in 1862.

Het hoofd, in 1862 aangelegd, was het eerste, dat geheel met steen werd bedekt. Het verschilt ook overigens in constructie veel met de oudere hoofden. In de eerste plaats werd het rijswerk niet meer als zinkstuk bewerkt, doch bestond eenvoudig uit drie lagen, te zamen dik, na wel beknepen te zijn, in het midden 40 cM., aan de zijden 30 cM. Volgens het bestek van aanleg (N°. 69 dienst 1862) lagen de eerste en derde dezer rijslagen in de breedte — en de middelste in de lengterichting van het hoofd; de onderste laag was

---

[1]) Op de minder gelukkige keuze van het lengteprofiel wordt op bl. 97 gewezen.

bij wijze van optreklaag bewerkt. De tonrondte bedroeg bij dit hoofd 50 cM., de breedte weder 7 M.

Langs de zijden en rondom den kop van het hoofd is tot steun der steenbezetting aanwezig een rij perkoenpalen van 5 op de M[1], en zoodanig, dat de koppen der palen gemiddeld 15 cM. boven het strand lagen. Bovendien waren de rijslagen bevestigd door 3 rijen tuinen. De directie behield zich het recht voor, de tuinen bij het bezetten van het hoofd met steen geheel of gedeeltelijk weder uit te trekken.

Tusschen de perkoenrijen en de tuinen lagen op de rijslagen basaltzuilen op hun plat. De steenen mochten niet minder dik zijn dan 25 cM. en niet korter dan 40 cM. De zuilen werden gelegd met de lengteas volgens de strekking van het hoofd.

Dit hoofd was gedurende geruimen tijd het eenige, dat geheel met steen bekleed was; het bleek in tegenstelling met de vroegere en ook latere slechts gedeeltelijk beklеede hoofden vrij goed *aan den aanval van storm weerstand te bieden* en betrekkelijk weinig aan onderhoud te kosten, *vooral nadat in later jaren naast het hoofd bermen waren aangelegd.*

De gedeeltelijk over de geheele breedte besteende dammen, aangelegd in de jaren 1865—1869.

Terwijl men in 1862 tot den aanleg van een geheel besteenden dam was overgegaan, werd de strandverdediging in de jaren 1865—1869 met een 14-tal hoofden voortgezet, waarvan de zeeëinden over 30 M. tusschen twee perkoenrijen geheel met zware steen werden bezet, het overige gedeelte weder bestond als bij de hoofden. aangelegd in de jaren 1854—1856, uit rijshout, bedekt gedeeltelijk met 3, gedeeltelijk met 5 rijen steen.

De constructie van het besteende gedeelte is bijna geheel gelijk aan die van het hoofd van 1862. De breedte was aan het zeeëinde over 10 M. lengte 7 M., vandaar over 10 M. lengte versmallend tot 5.50 M. Verder was het hoofd over de geheele lengte 5.5 M. breed.

De constructie van het gedeelte, dat niet geheel met steen was bezet, verschilt aanmerkelijk van die van de hoofden van 1854—1856. Vooreerst was de rijshoutconstructie niet meer als zinkstuk bewerkt, maar bestond uit 3 lagen, dik, na beknepen te zijn, in het midden minstens 40 cM. en aan de einden 20 cM. Verder waren de tuinen ter plaatse van de steenrijen 45 cM. van elkander verwijderd; overigens ongeveer 35 cM. en ten slotte was de breedte van het hoofd slechts 5.5 M,

De geheel besteende dammen.

In 1872 is een aanvang gemaakt met den aanleg van hoofden volgens een verbeterd systeem.

Van dit jaar af werden zij *geheel met steen bedekt* en voor een gedeelte van de lengte *reeds bij den aanleg van plasbermen voorzien;* ten slotte kwam er onder den kop een zinkstuk, hetgeen verband

hield met het feit. dat zij een eind buiten de laagwaterlijn moesten reiken, om de koppen te brengen in de zelfde lijn als de koppen der vroeger aangelegde hoofden.

Van het worteleinde tot 25 M. binnen de laagwaterlijn werden de hoofden aangelegd op een rijslaag, breed 6 M., dik 0,30 M., waarlangs en waaronder aan ieder hoofd over de buitenste 40 M. lengte ter weerszijden werd gelegd een plasberm, bewerkt als zinkstuk, breed tusschen de buitenste wiepen 2.50 M., met een rijsvulling van 0.25 M. dik. Deze plasbermen moesten 1.75 M. buiten de kanten van het hoofd uitsteken en 0.75 M. daaronder schieten.

Van 25 M. binnen de laagwaterlijn tot aan het zeeëinde werd voor ieder hoofd een zinkstuk gelegd, breed over de binnenste 25 M. lengte 9.50 M. en van de laagwaterlijn zeewaarts regelmatig verbreedend tot 10.50 M. De rijsvulling was 0.25 M dik.

Het hoofd werd van het worteleinde tot de laagwaterlijn bezet met 5 rijen perkoenpalen en 8 rijen tuinen; bovendien kwamen op iederen plasberm en ter weerszijden op het zinkstuk, van 65 M. binnen tot aan de laagwaterlijn, 3 tuinen

De hoofden werden van het worteleinde tot de laagwaterlijn, ter breedte van 6 M. tusschen de perkoenpalen geheel aaneengesloten bezet met een laag zuilenbasalt, dik 0 30 M., waaronder 0.15 M. puin.

Van 65 M. binnen tot aan de laagwaterlijn werd iedere plasberm en het ter wederzijde buiten het hoofd uitstekende gedeelte van het zinkstuk bezet met drie rijen basaltzuilen, de steenen in iedere rij dicht aaneengesloten liggende in de richting der lengte van het hoofd.

Voor ieder hoofd werd *het strand ter voldoende breedte en diepte ontgraven* om den grondslag een over de lengte afdalend en over de breedte tonrond bewerkt vlak te doen vormen, ten einde daarop het hoofd met de plasbermen naar behooren ingespond te kunnen krijgen.

In 1875 werden aangelegd drie hoofden, die in constructie in hoofdzaak gelijk waren aan die van de vorige jaren; de plasbermen kwamen nu echter over de geheele lengte van het hoofd voor.

In 1876 vindt men voor het eerst melding gemaakt van de toepassing van bazaltzuilen op hun kop op het eigenlijke lichaam der hoofden. De hoogte der zuilen moest 30 c. M. bedragen. Op de plasbermen werden de zuilen op hun kant gelegd. De constructie der hoofden in dit jaar aangelegd, was overigens als die der vorige jaren.

In het Verslag over de Openbare Werken van 1881 vindt men aangeteekend dat „ook de hoofden volgens de nieuwe constructie „veel geleden hebben. De steenbekleeding van de hoofden 29-38 „werd over verschillende lengten dooreengeslagen en vele bermen „raakten verloren."

Toch zijn de hoofden in 1884, 1885 en 1886 geconstrueerd, ongeveer zoo samengesteld als de vroegere.

Het lengteprofiel der vroegere hoofden.

De eerste hoofden liepen van de lijn van hoogwater zeewaarts, met de kruin onder een gelijkmatig afdalende lijn; landwaarts volgde de kruin eenigszins het beloop van het strand. De hoofden reikten van de laagwaterlijn tot den duinvoet, hadden op 3.5 M. uit den kop in de as een hoogte van 0.30 M. boven laagwater en aan het worteleinde, in de as gemeten, een hoogte van 3.80 M. boven laagwater, d. i 2 M. boven volzee.

De hoofden werden van de laagwaterlijn af tot de hoogwaterlijn aangelegd volgens het beloop van het in achteruitgaanden toestand verkeerende strand, en van de hoogwaterlijn tot den duinvoet liep de aslijn van het hoofd naar boven, eenigszins het beloop van het strand volgend, tot de gewenschte hoogte van 2 M. boven volzee.

Duidelijk is het, dat aan dit lengteprofiel de volgende fout kleeft. Wanneer het werkelijk gelukt de laagwaterlijn op haar plaats te houden, gaat toch de hoogwaterlijn nog eenigszins, en de duinvoet zeer veel meer achteruit. Dit verschijnsel, dat overal langs onze kust valt waar te nemen, wordt in hoofdstuk XV uitvoerig besproken. Het gevolg van dien achteruitgang moet zijn, dat het hooger gelegen gedeelte van het hoofd meer boven het strand zal gaan uitsteken en veel door de stormen te lijden zal hebben. Wel in overeenstemming hiermede is, dat men vindt aangeteekend, dat spoedig na den aanleg deze hoofden *aan het landeinde* voor meer dan de helft van de lengte van boven af gerekend waren weggeslagen.

Bovendien kleefde aan deze werkwijze het bezwaar, dat de gedeelten boven hoogwater der verschillende hoofden — ten gevolge van de afwisselende helling van het strand op verschillende plaatsen — sterk van elkander afwijkende hellingen hadden, hetgeen zich vooral deed gevoelen, wanneer duinwaartsche verlenging noodig was.

Nog geruimen tijd heeft men een dergelijk lengteprofiel toegepast, waarbij de helling van het natte strand als regel 70 op 1 bedroeg.

De eerste verbetering, die in dit lengteprofiel werd gebracht, (in 1876) was, dat men de gedeelten landwaarts van de hoogwaterlijn in het vervolg aanlegde onder een helling van 30 op 1.

Wel deed men hiermede een stap in de goede richting, maar ook nu nog richtte men van de laagwaterlijn af tot de hoogwaterlijn het hoofd in naar het beloop van het bestaande strand. Het gevolg was dan ook, dat ook nu nog deze hoofden spoedig belangrijk boven het strand uitstaken.

Het is de verdienste van den Ingenieur van den Waterstaat B. Hoogenboom, dat men in 1882 volkomen door den wind ging. door uit te gaan van de veronderstelling, dat *de toekomstige hoogwater-*

lijn moest worden gedacht op 140 à 150 M. afstand van het zeeëind van het hoofd, tot welke slotsom leidde de beschouwing van een strandvak, waar de toestand van evenwicht was ingetreden en waar de grootste afstand van de lijn, verbindende de koppen van de dammen tot de hoogwaterlijn de hierboven genoemde 140 à 150 M. bedroeg.

Op dezen afstand uit het zeeëind werd het voorloopig worteleind bepaald, terwijl de hoogte van het hoofd ter plaatse aan de kanten op Volzee en in de as op 30 c. M. boven Volzee werd vastgesteld. Van dit worteleinde daalde de as over 100 M. 1.50 M. Aan het zeeeinde werd voor de kruin van het hoofd aangehouden het peil van 0.30 M. boven L. W. of van 1.50 M. onder Volzee, zie fig. 2*a* bijlage 15.

Wanneer de bovenvermelde 140 à 150 M. werkelijk een proefondervindelijk gebleken maat is, is op dit lengteprofiel niets te zeggen. Men maakt op die wijze het hoofd buiten de hoogwaterlijn dadelijk in overeenstemming met het strand, zooals men verwacht, dat dit zal worden. De kanten van het hoofd komen daarmede gelijk en de aslijn 30 c. M. daarboven.

Boven de hoogwaterlijn ligt het strand bij den aanleg der hoofden zooveel hooger dan het op den duur zal komen te liggen, dat men het beter oordeelde hier het hoofd voorloopig niet door te trekken en het eerst te verlengen wanneer dit zonder ontgraving mogelijk bleek, dus wanneer de evenwichtstoestand van het droge strand ongeveer bereikt was.

Zelfs bij dit lengteprofiel geraakten de hoofden nog te veel boven het strand; men was dus te optimistisch geweest in de aanname van de te verwachten strandhoogte.

Men ging er toe over, met behoud van de ligging der koppen, het punt van 1.20 M. — Volzee aan te nemen op 60 M. uit den kop (vroeger 40 à 50 M. daaruit), en alzoo het zeeëinde van de kruinlijn van het hoofd te brengen onder een helling van 200 op 1; ter plaatse, waar het hoofd vroeger een hoogte had van 0.30 M. + Volzee, werd het nu verlaagd tot de hoogte van Volzee.

De hoofden werden dus over bijna de geheele lengte eenigszins dieper in het strand gelegd (lengteprofiel B).

Tegenwoordig past men een lengteprofiel toe, dat als C afgebeeld is en op blz. 102 wordt behandeld.

De tegenwoordige wijze van constructie der hoofden.

De oude hoofden, wier constructie om verschillende redenen minder doeltreffend is bevonden, worden tegenwoordig, volgens thans op Vlieland aangenomen voorschriften, vernieuwd.

De kop wordt aangelegd op de oude fundeering (zinkstuk), die slechts smal is en weinig buiten het hoofd uitsteekt. De kop wordt omgeven door eiken palen van 3 M. lengte. welke, zooals uit bijlage 17 blijkt, een aanzienlijk eind boven het zinkstuk uitsteken, om aan

de glooiing steun te kunnen geven bij de gewenschte hoogte hiervan. Het feit dat deze palen een eind boven het zinkstuk uitsteken, maakt het noodzakelijk om voor de palen zoo hoog steen te storten, dat zij genoegzaam beschermd worden tegen den aanslag der golven.

Echter zoude ook wenschelijk zijn, dat deze steenstorting onder een zoo flauw beloop zeewaarts afdaalt, dat de golven niet te veel vat op de steenen krijgen en zoodoende aanzienlijke stormschade doen ontstaan.

De vraag rijst nu, waarom, bij de reconstructie der hoofden, de kop niet beter wordt beschermd en alvorens de beschrijving van de voorschriften, waarnaar de hoofden op Vlieland thans worden aangelegd, te voltooien, zal hieronder allereerst uiteengezet worden, waarom een betere voorziening van den kop niet of zeer bezwaarlijk is tot stand te brengen.

Zooals reeds werd opgemerkt, steekt het oude zinkstuk slechts weinig buiten het hoofd uit. Wanneer 's winters bij sterke stormvloeden een zware stroom langs de koppen der hoofden trekt, ontstaan daarvoor aanzienlijke verdiepingen, aangezien reeds dicht buiten den kop geenerlei bescherming van den oever aanwezig is. Deze groote diepten zijn oorzaak, dat de golven veel vat op de bestorting verkrijgen en daarin groote stormschade doen ontstaan, terwijl ook een gedeelte van de stortsteen in die diepten wegzakt.

Het aangewezen middel schijnt nu om voor het kop-zinkstuk nog een ander te leggen, om zoodoende het ontstaan van geulen vlak voor den kop tegen te gaan en bovendien de bestorting onder een flauwer talud te kunnen afwerken. Meer dan eens is dan ook zulk een zinkstuk ontworpen; uit den aard der zaak kon het bij het stormachtige weder in den winter niet worden aangebracht. En merkwaardig is, wat geschiedde telkens als het goede jaargetijde kwam, dan nl. verdween de geul en geraakte zelfs het bestaande zinkstuk diep onder het zand bedolven. Duidelijk is het, dat het dan onmogelijk is een ander stuk ter gewenschter diepte er voor aan te brengen.

De op bijlage 17 afgebeelde kop verdient dus bij den aanleg van een nieuw hoofd geenszins aanbeveling; het grondstuk is te smal en steekt niet ver genoeg buiten het hoofd uit. De omstandigheden maken het echter onmogelijk om den kop te voorzien, zooals dit wenschelijk zou zijn. Het gevolg hiervan is, dat jaarlijks groote hoeveelheden stortsteen voor de koppen der hoofden moeten worden aangebracht.

Wanneer nu voortgegaan wordt met de beschrijving, van de voorschriften, waarnaar de hoofden op Vlieland thans worden aangelegd, dan moet in de eerste plaats worden medegedeeld, dat het zeeëinde

over 20 M. lengte bezet is met basaltzuilen van 45 cM. hoogte op hun kop. Vroeger werden zuilen van 30 cM. toegepast, maar deze zijn bepaald onvoldoende gebleken; zij gaven aanleiding tot stormschade, vooral in den eersten tijd, als het hoofd nog vrij sterk aan zetting onderhevig is. Een glooiing van zuilen van 30 cM. lengte heeft bij eenige zetting te weinig samenhang. Om mogelijke stormschade nog zooveel doenlijk te beperken, is de kop door palen van 2 M. lengte in een twaalftal afdeelingen verdeeld.

Bij een beschouwing van de doorsnede A en B springt de kolossale breedte van het hoofd in het oog. In verband daarmede dient opgemerkt te worden, dat we hier te doen hebben met een verbeterd hoofd en het onmogelijk is, de palen, lang 2.5 en 3 M., door de oude rijslagen en met steen bestorte steunbermen heen te drijven; dit was de reden, dat de lange palen buiten het oude hoofd met zijn steunbermen moesten komen.

De lange palen ter zijde van de hoofden zijn hier een bepaald vereischte gebleken om het hoofd de noodige stevigheid te geven, wanneer langs het hoofd geulen ontstaan of een algemeene strandvermagering plaats heeft. De steunbermen beschermen deze paalrijen bovendien bij een slechten toestand van het strand en voorkomen tevens al te sterke uitkolking van het strand naast de hoofden door overstortende golven. Zij zijn zoo geconstrueerd, dat zij gemakkelijk zakkingen van het strand kunnen volgen.

Op 3 M. landwaarts van het zeeëinde van het zetwerk is de kruin van het hoofd 50 c. M. boven laagwater gelegen. Door deze maat te kiezen is het mogelijk bij zeer lage waterstanden het zetwerk buiten aan den kop nog te vervaardigen. Wel verkrijgt het hoofd hierdoor aan den kop een groote hoogte boven het strand, maar dit ligt hier steeds onder water; daarom brengt de groote hoogte van het hoofd aan het zeeeinde boven het strand geen bezwaren met zich, daar een overstortende golf weder op water valt en geen uitkolking ten gevolge heeft.

Zelfs biedt het een voordeel aan, dat de hoofden hier wat hoog zijn, daar de groote hoogte de hoofden bijzonder geschikt maakt om den stroom daar ter plaatse van het strand af te houden.

Om ongeveer bij de laagwaterlijn de hoogte boven het strand geringer te maken, is de helling der kruin van het hoofd over de eerste 50 M. zeer klein, zoodat op 50 M. uit den kop van het hoofd, dat is ongeveer ter plaatse van de laagwaterlijn, de kruin nog slechts 75 c. M. boven laagwater is gelegen.

Zooals in het oog springt, bestaat het hoofd over het grootste deel der lengte in de breedterichting uit drie gedeelten, nl. een middengedeelte, daarnaast aan weerszijden een verbreeding van dit middendeel, die er feitelijk constructief een geheel mede vormt en

met den naam plasberm wordt aangeduid en ten slotte daarbuiten aan weerszijden een steunberm.

Vrij zeker zoude een hoofd alleen bestaande uit het middendeel en de beide steunbermen — misschien met het middendeel iets breeder dan de hier aangenomen 5.5 M. — voldoende zijn om aan de golven weerstand te bieden, mits de lange palen, nu geplaats buiten de plasbermen, dan werden gebruikt om het middendeel in te sluiten. Het geheele hoofd ware dan veel smaller en goedkooper. Waar echter de afsluiting met lange palen een bepaald vereischte is en deze niet konden worden aangebracht daar, waar het oude hoofd met zijn steunbermen gelegen was, moest men de paalrijen aanbrengen op een onderlingen afstand van 13.50 M, waardoor de breedte van het eigenlijke hoofd werd bepaald. De buitenste gedeelten van dit eigenlijke hoofd dragen den naam van plasbermen eigenlijk zeer ten onrechte, daar men als regel onder den naam plasberm verstaat, wat men hier steunberm noemt. Deze verkeerde benaming zal waarschijnlijk zijn ontstaan, doordat de bedoelde gedeelten van het gereconstrueerde hoofd liggen ter plaatse van de plasbermen van het oude hoofd.

Zooals uit de teekening blijkt, zijn plasbermen aan den kop over een lengte van 20 M. samengesteld uit basaltzuilen lang 45 cM. op den kop. Deze zware constructie is een bepaald vereischte gebleken. Verder naar binnen bestaan de plasbermen uit gesorteerde basaltstortsteen op haar plat. Deze samenstelling blijkt daar sterk genoeg te zijn en verdient daarom in verband met hare goedkoopte aanbeveling. Aangezien men geen enkelen waarborg heeft, dat de stukken van een levering gesorteerde steen even dik zijn, moet men onder de basaltstukken wel een puinlaag aanbrengen, om met behulp daarvan te bereiken, dat ze aan de bovenzijde gelijk liggen.

In het algemeen oordeelt men op Vlieland het gebruik van veel puin uit den booze, vandaar dat hier overal de puinlagen een zeer kleine dikte hebben. Om de kopzuilen of zuilen op hun plat van boven een gelijkmatige hoogte te geven, kan men het puin echter niet geheel ontberen. Het rijs, vooral wanneer het ingezand is, vormt een zeer samenhangend en massief geheel; evenzoo de zuilen, zoo zij goed aaneensluitend zijn gezet en door flinke paalrijen zijn afgesloten, vormen een massief geheel. Zoo men daartusschen een puinlaag van aanzienlijke dikte aanbrengt, maakt men kunstmatig een laag van kleine losse stukken zonder eenigen samenhang.

Terwijl in het middengedeelte der hoofden bijna overal eenige langsche perkoenrijen worden aangetroffen, komen die daar waar zuilen van 45 cM. worden toegepast, niet voor. Het maken van behoorlijk zetwerk met lange zuilen bleek ondoenlijk, wanneer een

groot aantal perkoenpaalrijen dit telkens onderbreken. Over het overige deel van het hoofd worden ze nog gebruikt, en men schrijft er de functie aan toe, dat zij bij heftigen golfaanval de krachten, die daarbij worden uitgeoefend, overbrengen naar den ondergrond. Daartegenover staat, dat zij oorzaak zijn dat van een aaneengesloten glooiing over de geheele breedte geen sprake meer is. Bovendien rotten de palen en wanneer dit geschiedt, geven zij aanleiding tot gaten in de glooiing. Het komt mij voor, dat het weglaten van deze perkoenen — hetgeen trouwens in overeenstemming zoude zijn met hetgeen men elders doet — de voorkeur zou verdienen.

Onder de hoofden komt een rijslaag voor, die aan den kop (doorsnede A B) doorgaand 50 cM. dik is, voor het overige gedeelte aan de zijden 50 cM., in het midden 30 cM.

Terwijl in het midden een groote dikte van de rijslaag niet noodig geoordeeld wordt, hecht men hieraan voor de zijden groote waarde en wel in de eerste plaats om bij ontgronding naast het hoofd, dit nog bij elkander te houden. In de tweede plaats wordt aan een dikke rijslaag voor de zijden van het hoofd om de volgende reden waarde gehecht.

Bij hooge waterstanden geraakt het hoofd verzadigd van water. Daalt de buitenwaterstand, dan perst het water in het hoofd naar buiten en zoude — ware er niet een rijslaag, die dit verhinderde — het zand onder het hoofd mede naar buiten voeren, vooral wanneer de stand van het strand naast het hoofd wat laag is. Het is mij niet mogelijk geweest de juistheid van deze veronderstelling na te gaan. Aangezien deze mij niet onmogelijk voorkomt, teeken ik ze met een enkel woord op.

Hierboven werd er reeds melding van gemaakt, dat de kruinlijn over de eerste 50 M. de zeer flauwe helling verkrijgt van $^1/_2$ cM. op de M. Daarbij wordt de hoogte van de kruinlijn, ter plaatse ongeveer van de laagwaterlijn, 75 cM + laagwater. Van hier af loopt zij op over 50 M. onder een helling van 1 cM. per M., voorts over 50 M. onder een helling van $1^1/_2$ cM. per M. en ten slotte over 50 M. onder een helling van 2 cM. per M. De tonrondte van het gedeelte binnen de lange palen bedraagt over de buitenste 150 M. 70 à 80 cM. Hoogerop vermindert de tonrondte van het hoofd, zooals blijkt uit de doorsnede G. H.

X.

Invloed van de havendammen aan den Hoek van Holland en te IJmuiden op het aangrenzende strand.[1])

Algemeene opmerkingen.

Met het oog op onze studie is het van het grootste gewicht na te gaan, welken invloed ver in zee reikende dammen, gelijk de hoofden van den Rotterdamschen Waterweg aan den Hoek van Holland en de havendammen te IJmuiden op het aangrenzende strand gehad hebben.

Het strand aan weerszijden van de dammen te IJmuiden verliep, vóór den aanleg van die havendammen, regelmatig en is onverdedigd. De dieptelijnen liepen ongeveer evenwijdig met de kust en het strand verkeerde hier ter plaatse, vóor den aanleg der havenhoofden, onder dergelijke normale omstandigheden als dit over de geheele kust van Scheveningen tot even vóor Huisduinen het geval is.

Wij zijn hier dus in de gelegenheid na te gaan den invloed, die twee dicht bijeengelegen ver in zee uitstekende dammen, ongeveer loodrecht op een regelmatig verloopend kustgedeelte aangebracht, op strand en duinen hebben gehad.

Opgemerkt moet worden, dat de havendammen te IJmuiden in hun constructie weinig overeenkomst met strandhoofden vertoonen; zij zijn geheel anders vervaardigd en bovendien aanmerkelijk hooger dan deze.

De hoofden van den Rotterdamschen Waterweg te Hoek van Holland vertoonen wel een groote overeenkomst in constructie met

---

1) Hierbij bijlage 18.

de strandhoofden. Echter verkeerde hier het kustvak reeds vóor den aanleg der hoofden onder zeer abnormale omstandigheden.

Aan de Noordzijde trof men een met hoofden verdedigd strand aan, aan de Zuidzijde een ondiepte voor de kust. Bovendien buigt de kust zich even voorbij den zuidelijken dam Oostwaarts om.

De inscharing, veroorzaakt door de havenhoofden te IJmuiden.

In de eerste plaats zal de invloed der havenhoofden te IJmuiden nagegaan worden.

Zooals bekend mag worden verondersteld, reiken deze hoofden ver boven hoogwater. Het Noorderhoofd is aangelegd in de jaren 1867—1877, het Zuiderhoofd in de jaren 1869—1875. De koppen der hoofden reiken tot ruim 1400 M. buiten de lijn der strandpalen. De afstand der beide hoofden aan het worteleinde is 1200 M. (Zie bijlage 18, fig. 5).

Er werd reeds de nadruk op gelegd, dat het kustvak te IJmuiden, vóor den aanleg der hoofden, in alle opzichten zeer regelmatig was. Daarom meent men te mogen onderstellen, dat, zoo er geen havenhoofden aangelegd waren, de vóor- of achteruitgang van het strand te IJmuiden het midden zoude gehouden hebben tusschen dien op een plaats op niet te grooten afstand ten Noorden en dien op gelijken afstand ten Zuiden van IJmuiden. Echter moeten deze vergelijkingspunten dan zoo ver verwijderd zijn, dat veilig mag worden aangenomen, dat de havenhoofden daar ter plaatse geen invloed meer hebben uitgeoefend.

Het worteleinde van het Noorderhoofd bevindt zich bij standpaal 55, dat van het Zuiderhoofd 200 M. bezuiden paal 56.

Hiernaast is opgegeven een overzicht van de zeewaartsche (+) of landwaartsche (—) verplaatsing van de laagwaterlijn in het tijdvak van $\frac{1864}{1866}-\frac{1882}{1883}$ en van $\frac{1882}{1883}-\frac{1906}{1908}$ voor de strandpalen 46—65 (met uitzondering van paal 56).

Uit deze cijfers heb ik gemeend te mogen opmaken, dat bij de palen 65, 64 en 63 en bij de palen 46, 47 en 48 de hoofden geen merkbaren invloed meer op het strand hebben. Terwijl toch de toe- of afname daar ter plaatse bij aan elkander grenzende palen ongeveer even groot is, is deze bij palen dichter bij de hoofden gelegen zeer afwisselend.[1])

Op het strandvak van K. M. 62.5 tot K. M. 65.5 heeft gedurende het tijdvak $\frac{1864}{1866}-\frac{1882}{1883}$ een achteruitgang van de laagwaterlijn

---

[1]) Voor het tijdvak $\frac{1882}{1883}-\frac{1906}{1908}$ wijkt paal 48 sterk af. Bij de hierna volgende berekeningen is het cijfer voor paal 48 daarom vervangen door dat, gevonden voor paal 49. Er moet zich waarschijnlijk bij paal 48 iets bijzonders hebben voorgedaan.

	Voor- of achteruitgang van de laagwaterlijn bij strandpaal																			
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55		57	58	59	60	61	62	63	64	65
In de jaren 1864/1866 – 1882/1883	-57	-56	-66	-111	-79	-119	-118	-93	+4	+340		+23	-70	-105	-86	-64	-95	-81	-80	-79
In de jaren 1882/1883 – 1906/1908	+41	+50	-5	+61	+48	+62	+81	+125	+192	+109		+47	+23	+12	+6	+37	+59	+48	+68	+49

plaats gehad van gemiddeld $\frac{81 + 80 + 79}{3}$ M. = 80 M. terwijl voor het strandvak van K M. 45.5 tot K. M. 48.5 diezelfde achteruitgang bedroeg gemiddeld $\frac{66 + 56 + 57}{3}$ = 60 M.

Er wordt nu van de niet gewaagde veronderstelling uitgegaan, dat, zonder aanleg der havendammen, in het bedoelde tijdsverloop de achteruitgang tusschen de palen 55 en 57 ongeveer zoude bedragen hebben 70 M.

Bij de palen 49, 50, 51, 52 en 53 en bij de palen 62, 60 en 59 treft men een afname aan grooter dan deze 70 M., hetgeen dus wijst op een inscharing, terwijl die bij palen 61 en 58 ongeveer gelijk is aan 70 M.

Dichter bij de hoofden had er sterke aanzanding plaats, waarop hierna wordt teruggekomen.

Het een en ander wijst op een gunstige werking van ver in zee reikende hoofden gedurende den eersten tijd na hun aanleg op de ligging van de laagwaterlijn dicht bij de hoofden en op een inscharende werking op het strand, wat verder van de hoofden af.

Wanneer wij thans nagaan den invloed van de hoofden in het ongeveer vijf en twintigjarig tijdvak van $\frac{1882}{1883} - \frac{1906}{1908}$ dan dient in de allereerste plaats opgemerkt te worden, dat er op dit kustvak een algemeene neiging tot aanwinnen was.

Op het vak van K. M. 45.5 tot K. M. 48.5 was de aanwinst gemiddeld 51 M. van K. M. 62.5 tot 65.5 gemiddeld 55 M., zoodat dit wijst op een waarschijnlijke toename, wanneer de havenhoofden er niet geweest waren, bij paal 55—57 van 53 M.

Van een sterke aanwinst dicht bij de hoofden en een afname wat verder daarvandaan, is nu geen sprake meer; hoogstens was er in dit tijdvak een neiging tot eenige extra winst boven de hiervoor genoemde 53 M. onmiddellijk ten noorden van de hoofden en van eenig verlies aan de zuidzijde. Een en ander zou kunnen wijzen op het bereiken van een evenwichtstoestand.

Over de aanwinst dicht bij de havendammen te IJmuiden.

We zullen thans meer in het bijzonder nagaan den invloed, dien de hoofden gehad hebben op het strandgedeelte van af de hoofden tot 1800 M. daarbuiten. Hierbij moet in het oog gehouden worden, dat bij den aanleg der visschershaven te IJmuiden eenigen tijd zand op het Noorderstrand gestort is, en dat aldaar tevens een deel van het zand, ontleend aan den fundeeringsput voor de nieuwe schutsluis te IJmuiden, werd gedeponeerd.

Om den invloed van de hoofden na te gaan is onderzocht hetgeen geschied is van 1864—1878, zijnde het tijdvak, waarin de hoofden

Invloed der havendammen te IJmuiden op de laagwaterlijn van het aangrenzende kustvak.

Noordzijde. ←——————— ———————→ **Zuidzijde.**

1864—1878		1878—1886		1886—1908		Afstand in M. uit de havenas.	1886—1908		1878—1886		1864—1878	
Ongecorrigeerd.	Gecorrigeerd.	Ongecorrigeerd.	Gecorrigeerd.	Ongecorrigeerd.	Gecorrigeerd.		Ongecorrigeerd.	Gecorrigeerd.	Ongecorrigeerd.	Gecorrigeerd.	Ongecorrigeerd.	Gecorrigeerd.
+ 84	+ 139	+ 210	+ 177	+ 86	+ 54	600	+ 2	— 30	+ 87	+ 54	+ 180	+ 235
+ 159	+ 214	+ 114	+ 81	+ 75	+ 43	700	+ 19	— 11	+ 95	+ 62	+ 162	+ 217
+ 160	+ 215	+ 104	+ 71	+ 72	+ 40	800	+ 24	— 8	+ 93	+ 60	+ 137	+ 192
+ 144	+ 199	+ 107	+ 74	+ 62	+ 30	900	+ 26	— 6	+ 27	— 6	+ 107	+ 162
+ 136	+ 191	+ 108	+ 75	+ 34	+ 2	1000	+ 27	— 5	+ 68	+ 35	+ 76	+ 131
+ 145	+ 200	+ 70	+ 37	+ 41	+ 9	1100	+ 17	— 15	+ 89	+ 56	+ 30	+ 85
+ 117	+ 172	+ 78	+ 45	+ 49	+ 17	1200	+ 19	— 13	+ 75	+ 42	+ 13	+ 68
+ 92	+ 147	+ 78	+ 45	+ 63	+ 31	1300	+ 27	— 5	+ 78	+ 45	+ 3	+ 58
+ 78	+ 133	+ 57	+ 22	+ 81	+ 49	1400	— 7	— 39	+ 107	+ 74	— 33	+ 22
+ 60	+ 115	+ 49	+ 16	+ 77	+ 45	1500	— 11	— 43	+ 100	+ 67	— 42	+ 13
+ 39	+ 94	+ 31	— 2	+ 105	+ 73	1600	— 37	— 69	+ 116	+ 83	— 49	+ 6
+ 21	+ 76	+ 35	+ 2	+ 113	+ 81	1700	— 29	— 61	+ 114	+ 81	— 60	— 5
+ 15	+ 70	+ 30	— 3	+ 94	+ 62	1800	— 29	— 61	+ 123	+ 90	— 81	— 26
+ 4	+ 59	+ 20	— 13	+ 93	+ 61	1900	— 37	— 69	+ 119	+ 86	— 96	— 41
— 8	+ 47	+ 11	— 22	+ 99	+ 67	2000	— 43	— 75	+ 123	+ 90	— 111	— 56
		+ 14	— 19	+ 94	+ 62	2100	— 67	— 99	+ 134	+ 101		
		+ 20	— 13	+ 93	+ 61	22 0	— 81	— 113	+ 145	+ 112		
		+ 23	— 10	+ 91	+ 59	2300	— 72	— 104	+ 149	+ 116		
		+ 10	— 23	+ 101	+ 69	2400	— 78	— 110	+ 158	+ 125		

Opmerkingen.

De toename van $\frac{1864}{1878}$ was aan

paal 65 . . . — 76 M.
„ 64 . . . — 60 „
„ 63 . . . — 76 „
„ 48 . . . — 30 „
„ 47 . . . — 45 „
„ 46 . . . — 46 „

—333 M.

Gemiddeld . . . . . —55½ M.

De toename van $\frac{1878}{1886}$ was aan

paal 65 . . . + 31 M.
„ 64 . . . + 34 „
„ 63 . . . + 21 „
„ 48 . . . + 40 „
„ 47 . . . + 34 „
„ 46 . . . + 36 „

+196 M.

Gemiddeld . . . . . + 33 M.

De toename van $\frac{1886}{1908}$ was aan

paal 65 . . . + 43 M.
„ 64 . . . + 56 „
„ 63 . . . + 79 „
„ 48 . . . — 60 M.
„ 47 . . . + 54 „
„ 46 . . . + 18 „

+190 M.

Gemiddeld . . . . . + 32 M.

vervaardigd zijn; voorts van 1878 tot 1886, dat is dus een tijdvak kort na den aanleg der hoofden; en ten slotte van 1886 tot 1908. Het onderzoek heeft afzonderlijk plaats gehad voor de strandgedeelten benoorden het Noorder- en bezuiden het Zuiderhoofd; de uitkomsten zijn uit de hiernaast afgedrukte tabel na te gaan.

De cijfers, zooals zij door meting direct gevonden werden, zijn het eerst vermeld. Voorts zijn hierop correcties toegepast ten doel hebbende den invloed van de algemeene neiging van het kustvak tot toe- of afname te neutraliseeren; hoe die correcties zijn geschied, blijkt voldoende uit het bovenstaande en uit de „Opmerkingen" in de laatste kolom van de tabel. De gecorrigeerde waarden zijn in de tabel geplaatst naast de door meting direct gevonden cijfers.

De uitkomsten, welke geacht moeten worden, invloed te hebben ondervonden van het op het Noorderstrand gestorte zand, zijn cursief gedrukt.

Aangezien de meting van 1864 slechts gaat tot 1400 M. buiten de hoofden kan een vergelijking tusschen den toestand van 1864 en dien van 1878 niet verder worden voortgezet.

De hieronder vermelde beschouwingen gronden zich op de gecorrigeerde cijfers.

In het eerste vak (van 1864 tot 1878) wordt een sterkere toename aan de noordzijde dan aan de zuidzijde opgemerkt. In het daaropvolgende (van 1878 tot 1886) treft ons een sterke aanwinst aan de Zuidzijde tot 1800 M. uit het havenhoofd; zelfs op het uiterste punt der meting (2400 M. uit de havenas of 1800 M. uit het hoofd) is de winst nog zeer groot (125 M.), zoodat vermoed mag worden, dat die winst zich nog verder zal hebben uitgestrekt. Hier ontbreken echter waarnemingen.

Gedurende dienzelfden tijd was de toename aan de noordzijde geringer en strekte zich niet verder uit dan tot op ± 1000 M. uit het hoofd.

Zeer eigenaardig schijnt het nu op het eerste gezicht, dat in het laatste tijdvak (van 1886—1908) juist het omgekeerde het geval is. Tot zoover de metingen gaan, heeft men aan de noordzijde een vrij sterke aanwas gehad en aan de zuidzijde een afname. De aanwas aan de noordzijde zal echter gedeeltelijk of geheel zijn toe te schrijven aan het zand, dat hier op het strand gestort is.

Terwijl dus van 1878 tot 1886 nog aan beide zijden over een 1000-tal meters aanwas plaats had, terwijl gedurende dit tijdvak, zoover kon worden nagegaan, geen zand op het strand gestort werd, was dit over het tijdvak van 1886 tot 1908 niet het geval.

Er bestond in dit laatste tijdvak een afname aan de Zuidzijde en

een geheel of gedeeltelijk kunstmatig in het leven geroepen toename aan de noordzijde.

Van groot belang is het na te gaan tot hoeverre de laagwaterlijn door de oorspronkelijk ongeveer 1200 M. buiten die lijn uitstekende hoofden is naar buiten gebracht ter plaatse van die hoofden en tot hoever deze hoofden aanwinnend op het strand hebben gewerkt.

Ter beantwoording van beide vragen zijn de toestanden van 1864 en 1908 met elkander vergeleken.

Aan de zuidzijde is de laagwaterlijn in een raai op 100 M. buiten het worteleind van het hoofd 270 M, aan de noordzijde 340 M. naar buiten gebracht, dat is dus gemiddeld ongeveer 300 M.

Aan de zuidzijde werkten de hoofden aanwinnend tot ongeveer 1200 M. uit het hoofd, aan de noordzijde tot verder dan 1200 M. Tot hoever kon echter niet worden nagegaan, doordat de metingen van 1864 zich niet tot meer dan 1200 M. uit het noordelijk hoofd uitstrekken.

Op den gunstigen toestand aan de noordzijde heeft ongetwijfeld invloed gehad, dat aldaar op het strand veel zand gestort is.

Conclusiën.

Wij mogen uit het vorenstaande tot het volgende besluiten:

1e. De hoofden te IJmuiden, die oorspronkelijk 1200 M. buiten het natte strand uitstaken, hebben de laagwaterlijn plaatselijk ongeveer 300 M. naar buiten gebracht.

2e. De aanwinnende invloed van de hoofden deed zich gevoelen aan de noordzijde over een niet juist te constateeren afstand, aan de zuidzijde over ruim 1200 M

3e. Op grooteren afstand van de hoofden schaarde het strand, ten gevolge van de hoofden, in. Aan de noordzijde zoowel als aan de zuidzijde had die inscharing plaats tot ruim 4 K. M. buiten de havendammen (zie ook tabel blz. 105).

4e. De aanwinnende werking dicht bij en de inscharende werking een weinig verder van de hoofden, deed zich na 1886 niet meer, of in veel minder sterke mate dan vóór dien tijd, gevoelen.

Werking der havendammen te Hoek van Holland.

De zeer eigenaardige constellatie van den zeebodem en de vorm der kust onmiddellijk bezuiden den mond van den Rotterdamschen Waterweg maken het hoogst moeilijk eenige conclusie te trekken omtrent den invloed, welke op dat deel van de kust is uitgeoefend door de hoofden aan den Hoek van Holland.

Over de inscharende werking een eind benoorden het noordelijkste hoofd is ook al niet veel te zeggen, aangezien zich aldaar reeds vóór den aanleg van de hoofden van den Rotterdamschen Waterweg een strandverdediging bevond, die noemenswaardige inscharing onmogelijk maakte.

Omtrent de aanzanding dichter bij dit hoofd is het volgende op te merken.

Het Noorderhoofd, dat bij den aanleg ongeveer 1800 M. buiten de laagwaterlijn reikte, heeft een aanzienlijke aanzanding ten gevolge gehad. De laagwaterlijn was bij paal 118, ruim 400 M. benoorden den dam, gemiddeld over de jaren 1904—1908, ongeveer 325 M. meer zeewaarts gelegen dan in de jaren 1860—1864 en bij paal 117 ongeveer 40 M., zoodat hieruit mag worden opgemaakt, dat de aanzanding zich waarschijnlijk over ruim 1500 M heeft doen gevoelen.

De aanzanding vlak benoorden het hoofd heeft over het beschouwde tijdsverloop ongeveer 500 M. bedragen.

XI.

Algemeen Overzicht van den voor- en achteruitgang van het strand op den vasten wal. [1])

De Strandmetingen.

Langs den vasten wal, van de Heldersche zeewering af tot den Hoek van Holland, is sinds geruimen tijd — in Noord-Holland van 1843 af en in Zuid-Holland van 1857 af — aanteekening gehouden „van aanwinst of afneming der duinen, de ligging van de hoog- en „laagwaterlijn en diensvolgens de breedte van het strand opgemeten „uit de verkenningspalen, geplaatst op 1000 M. afstand van elkander „langs het strand der Noordzee."

Om toevallige invloeden te elimineeren — die vooral bij de bepaling van de ligging van de laagwaterlijn door de aanwezigheid van slenken van grooten invloed kunnen zijn — zal in de navolgende beschouwingen niet afgegaan worden op de waarnemingen van een bepaald jaar, doch zullen worden beschouwd de gemiddelden over tienjarige tijdvakken.

In verband hiermede zij tevens opgemerkt, dat volgens voorschrift, bij het aantreffen van zandbanken en geulen voor den oever in de richting der te meten raai, zoo mogelijk de laagwaterlijn aan de zeezijde der zandbank wordt gemeten, indien de bank bij gewoon laagwater op een of ander punt met het vaste strand is verbonden.

Met behulp van deze strandmetingen is in de tabel Bijlage C, die gedeeltelijk is overgenomen van Bijlage B van het reeds meer genoemde rapport, betreffende de schelpvisscherij, de vooruitgang of achteruitgang van de laagwaterlijn opgeteekend.

De meest aangevallen gedeelten van de kust zijn die benoorden Egmond en bezuiden Scheveningen.

Wanneer we buiten beschouwing laten de kustvakken benoorden paal 6, staande onder den invloed van het Schulpengat, van paal 20—26, de Hondsbossche en Pettemer zeewering, paal 53—58, staande onder den invloed van de havendammen te IJmuiden en bezuiden paal 116, staande onder den invloed van die te Hoek van

---

1) Hierbij bijlage C.

Holland, dan merken we op, dat over het tijdsverloop van 1857/66 tot 1897/1906 de laagwaterlijn bijna overal is achteruitgegaan, uitgezonderd tusschen paal 38 en 42, en paal 82 en 98, waar ze ongeveer op haar plaats bleef.

De achteruitgang bedroeg benoorden paal 32 als regel meer dan 50 M., dus meer dan 1.25 M. per jaar, en behaalde een maximum bij paal 17, waar ze 92 M. dat is dus 2.3 M. per jaar bedroeg.

Bezuiden paal 32 bedroeg de achteruitgang slechts op zeer enkele plaatsen iets meer dan 50 M. — alleen bij paal 59 en 51, welke misschien geacht moeten worden nog nadeeligen invloed te ondervinden van de havendammen te IJmuiden, bedroeg hij aanzienlijk meer — over het algemeen echter veel minder; hierbij moet opgemerkt worden, dat het gedeelte bezuiden Scheveningen door hoofden verdedigd werd over het geheele beschouwde tijdsverloop of over een groot deel daarvan; zonder deze verdediging zou ongetwijfeld de afname hier ter plaatse veel aanzienlijker geweest zijn.

Als eerste besluit kunnen we dus trekken, dat gedurende de beschouwde veertig jaren *de aanval op de kust het sterkst was benoorden Egmond en bezuiden Scheveningen.*

Hetzelfde strandvak kan nu eens over lange perioden in een gunstigen, dan weder in een ongunstigen toestand verkeeren.

De slechte uitkomsten verkregen over het veertig jarig tijdvak van $\frac{1857/66}{1897/1906}$ zijn voor een zeer groot deel het gevolg van den grooten achteruitgang over de twintig jaren van $\frac{1857/66}{1877/86}$; sindsdien is de gemiddelde toestand aanmerkelijk gunstiger geworden, doordat de afname geringer werd op vele plaatsen.

Als voorbeeld zij hier genoemd het gedeelte van Kamperduin tot Noordwijk, dat van 1857/1866 tot 1877/1886 aanmerkelijk afnam, terwijl er — zonder dat kunstmatige middelen werden toepast — van 1877/1886 tot 1897/1906 een vrij belangrijke toename van het strand plaats had.

Wanneer men hiermede nu weder in verband brengt, dat van 1843/1846 tot 1857/1866 de toestand langs de geheele kust van Noord-Holland, en in hooge mate tusschen Egmond en Noordwijk gunstig was, dan treft ons hier bijzonder het afwisselende in den toestand van het strand, wanneer men lange ongeveer twintigjarige perioden met elkander vergelijkt. Het feit, dat op dit oogenblik een kustgedeelte vooruitgaat, mag niet doen besluiten, dat dit een blijvende toestand is; en in verband hiermede mag wel groote voorzichtigheid betracht worden bij het kiezen van de plaats voor huizen op de duinen, die tegenwoordig zoo veelvuldig worden gebouwd.

Als tweede conclusie kan dus gelden, dat *de toestand van eenzelfde strandvak afwisselend kan zijn*, dat het namelijk niet uitgesloten is, dat een vak, dat over het éene tijdsverloop aanwint, in een volgend achteruitgaat of omgekeerd.

De weersgesteldheid is niet de eenige factor, die op den relatieven toestand van een kustvak invloed heeft.

De vraag ligt nu voor de hand, of deze afwisselingen uitsluitend het gevolg zijn van de gunstige of ongunstige weersgesteldheid langs de kust.

In verband hiermede is het dan interressant na te gaan, of dan ook over de *geheele* kust gedurende een bepaald tijdvak de toestand ongunstiger was dan over een ander.

Vergelijken wij daartoe de jaren 1857/66 tot 1867/76 met 1867/76 tot 1877/86, dan blijkt benoorden Petten de achteruitgang in eerstgenoemd tijdvak het aanzienlijkst geweest te zijn, terwijl tusschen paal 72 en 90 het laatstgenoemde tijdvak bepaald ongunstiger was.

Evenzoo was benoorden Wijk aan Zee het tijdvak 1843/46 tot 1847/56 veel gunstiger dan het direct daaropvolgende, terwijl dit verschijnsel bezuiden Wijk aan Zee juist omgekeerd was.

Als derde conclusie, kan dus deze getrokken worden, dat:

Naar verhouding ongunstige omstandigheden voor het eene kustvak gedurende zeker tijdperk kunnen samengaan met gunstige omstandigheden voor een ander kustvak gedurende dat zelfde tijdperk, waaruit valt op te maken, dat de weersgesteldheid niet de eenige factor is, die op den relatieven toestand van een kustvak invloed heeft.

In verband met bovenstaande is er wel rekening mede te houden bij het ontwerpen van een strandverdediging, dat, wanneer een strandvak achteruitgaande is, het geenszins absoluut is uitgesloten, dat de achteruitgaande toestand spoedig wordt gevolgd door een vooruitgaande.

Algemeene opmerking over het tijdstip van den aanleg van een strandverdediging.

In verband met hetgeen in hoofdstuk VI werd vermeld, moet hier echter gewezen worden op het groote onderscheid tusschen een nieuwe periode van aanwinst op den vasten wal en in het Zuiden van ons land.

Perioden van zeer sterk verlies en groote winst wisselen elkander in Zeeland en op Goedereede af, terwijl kustvakken in Holland, die *sterk* achteruitgaan, dit wel steeds zullen blijven doen. Alleen bij langzaam achteruitgaande stranden, die bij tijden ook wel weer eens zijn toegenomen, zal in Holland vrees, dat eene aangelegde strandverdediging onnoodig zou kunnen blijken, er toe kunnen bewegen den aanleg hiervan om deze reden tot het alleruiterste uit te stellen.

Deel II.

ALGEMEENE BESCHOUWINGEN OMTRENT STRANDEN LANGS VLAKKE ONDERZEESCHE OEVERS EN HUNNE VERDEDIGING TEGEN DE ZEE.

XII.

Watergetijden langs de Nederlandsche kust.

Geraadpleegde bronnen.

Bij het samenstellen van dit hoofdstuk zijn geraadpleegd de Zeemans-gids voor de Nederlandsche kust, uitgegeven in 1909 door het Ministerie van Marine, Afdeeling Hydrographie, en het Verslag over de Waarnemingen in de Noordzee omtrent de stroomen langs de Nederlandsche kust in de jaren 1880—1882 door H. Bernelot Moens en R. P. J. Tutein Nolthenius.

Over de grootte der tijverschillen.

Het verschil in hoogte tusschen vloed en eb neemt gelijkmatig af van Ostende tot den Helder, waar het een minimum bereikt, en neemt verder noordwaarts weder gelijkmatig toe.

Het bedroeg gemiddeld over de jaren 1891—1900 (gemiddelde zomerstanden) aan de Wielingen . . . . . . 3.50 M.[1]

te Breskens	3.65 M.[1]
te Vlissingen	3.60 M.[1]
te Westkapelle	3.15 M.[1]
te Repart	2.20 M.[1]
te Goedereede	1.80 M.[1]
te Hellevoetsluis	1.70 M.[1]
te Hoek van Holland (worteleinde Noorderhoofd)	1.55 M.[1]
te Scheveningen	1.70 M.[1]
te Katwijk	1.45 M.[1]
te IJmuiden	1.55 M.[1]
te Petten	1.35 M.[2]

---

[1]) Volgens het „Tienjarig overzicht der waargenomen waterhoogten", afgerond op halve decimeters.
[2]) Volgens opgave ter plaatse ontvangen.

te den Helder . . . . 1.15 M.[1])
Westerstrand van Texel . . . . 1.25 M.[2])
Noorderstrand van Vlieland . . . . 1.80 M.[2])

Bij springtij, hetwelk omstreeks twee etmalen na volle en nieuwe maan valt, vermeerdert het tijverschil van Westkapelle met ruim 5 d.M. en verder langs de kust met ongeveer 3 d.M.; bij doodtij, dat omstreeks twee etmalen na de maanskwartierstanden valt, wordt het kleiner.

In een richting haaks op de kust blijven de gemiddelde vervallen over het algemeen ongeveer dezelfde, tot op den afstand, waarop de lichtschepen liggen, in het Zuiden echter bij het lichtschip van den Noorden-Hinder en dat van de Schouwenbank zijn zij kleiner dan aan de kust op dezelfde hoogte.

In eene richting haaks op de kust blijven de gemiddelde vervallen over het algemeen ongeveer dezelfde, tot op den afstand, waarop de lichtschepen liggen; in het Zuiden echter bij het lichtschip van den Noord-Hinder en dat van de Schouwenbank zijn zij kleiner dan aan de kust op dezelfde hoogte.

Over de getijlijnen. De rijzing en de daling van het water in de verschillende uren van het getij is niet gelijkmatig. Een vrij normaal verloop hebben deze ter hoogte van Ostende en nabij Rottum. Van af Schouwen blijft het water, wanneer het ongeveer zijn laagsten stand heeft bereikt, staan gedurende zekeren tijd, die aangroeit naarmate men verder Noord-Oostelijk komt.

Van den Hoek van Holland af tot bij IJmuiden is deze tijd het grootst nl. ongeveer 3 uur, zoodat zich daar het volgende voordoet: na het tijdstip van hoogwater valt het water in den tijd van ongeveer 5 uur tot zijn laagsten stand en blijft dan gedurende 2 tot 3 uur ongeveer staan[3]), waarna het eerst langzaam en daarna sneller rijst en in den tijd van $\pm$ 4 uur wederom zijn hoogsten stand heeft bereikt.

Hier ter plaatse duurt de laagwaterstand langen tijd, de hoogwaterstand slechts kort.

Benoorden IJmuiden geschiedt de rijzing onregelmatig. Aan Den Helder bereikt het water praktisch zijn hoogsten stand hoogstens 3 uur, nadat het begon op te komen, en blijft dan ongeveer 3½ uur

---

[1]) Volgens het „Tienjarig overzicht der waargenomen waterhoogten", afgerond op halve decimeters.

[2]) Volgens opgave ter plaatse ontvangen.

[3]) Voor dit verschijnsel, „agger" genaamd, kan verwezen worden naar de Toelichting bij de jaarlijks uitgegeven getijtafels, bewerkt bij den Algemeenen Dienst van den Waterstaat. Feitelijk vertoont hier de getijlijn tweemaal kort na elkaar een laagste punt.

op zijn hoogsten stand staan, terwijl de daling daarna vrij regelmatig in 6 uren verloopt.

Bij Den Helder duurt dus de hoogwaterstand langen tijd, de laagwaterstand slechts kort.

Van Den Helder af neemt deze lange duur van den hoogwaterstand weder af en bij Rottum verloopt het getij weder normaal.

Invloed van den wind op de getijbeweging.

De wind kan van zeer beteekenenden invloed zijn op het bedrag van het tijverschil en op den duur van eb en vloed. In de Noordzee zijn westelijke winden overheerschend en deze, vooral de noordwestelijke, brengen hooge waterstanden mede. Bij Oostelijke winden valt het water daarentegen beneden den normalen stand weg. Onder den wal wordt in het eerste geval het water soms 2 M., en bij noordwestelijke stormen somtijds nog meer, boven hoogwater opgestuwd en in het laatste loopt het soms tot $1\frac{1}{2}$ M. beneden laagwater weg.

Stroomingen loodrecht op de kust, als gevolg van den wind.

Men moet zich voorstellen, dat deze groote hoogteverschillen ontstaan door de op- en afwaaiing, dus door de wrijving van de luchtdeeltjes langs het water, waardoor de bovenste waterdeeltjes worden meegesleept in de richting van den wind. Hieruit spruit in de eerste plaats een verhooging van den waterspiegel voort onder den wal, waarop de wind gericht is. Er zal een neiging ontstaan om het te kort aan den tegenovergestelden wal aan te vullen, waardoor een onderstroom gevormd wordt, in eene richting tegen den wind in. Deze onderstroom zal zand medevoeren. Het is dan ook *een algemeen bekend verschijnsel, dat bij aflandigen wind het strand verhoogt.*

Bij aanlandigen wind zal het omgekeerde ontstaan, n.l. een onderstroom van den wal af, die een strandvermagering ten gevolge heeft.

Over de getijstroomen.

Wat de richting der getijstroomen betreft onderscheiden, aan de hand van hunne in de jaren 1880—1882 gedane waarnemingen, de Heeren H. Bernelot Moens en R. P. J. Tutein Nolthenius, aan de Nederlandsche kust, drie gedeelten:

a. *De vaste wal tusschen Hoek van Holland en Den Helder.*

De stroomen zijn hier geen draaiende, maar recht heen en weergaande. Zoowel vloed- als ebstroom is evenwijdig aan de kuststrekking gericht en loopt bij kentering noch op den wal aan, noch van den wal af, maar neemt geleidelijk af en versterft zonder de hoofdrichting te verlaten, terwijl de stroom welke hem vervangt eveneens in de tegenovergestelde hoofdrichting van meet af aangroeit en verloopt.

b. *de Zuid-Hollandsche en Zeeuwsche eilanden.*

Bezuiden Hoek van Holland draaien de stroomen *tegen* zon.

De stroomen volgen tijdens hunne maxima-snelheden *in zee* het beloop der dieptelijnen, *nabij den wal* den vorm der kust; en niet slechts op de oogenblikken van maxima-snelheid, ook gedurende

geruimen tijd daarvoor en daarna schommelen de stroomen slechts weinig uit deze richting. De tijdperken van grootere snelheid duren daarenboven betrekkelijk langer dan de overige en ten slotte zijn de stroomen naar- en van de wal gericht altijd slechts zeer zwak.

c. *de kust benoorden den Helder.*

Omtrent de stroomen benoorden den Helder valt hetzelfde op te merken als omtrent die bezuiden Hoek van Holland, met dit onderscheid, dat op eerstgenoemd kustvak de stroomen *met* zon draaien.

Uit de waarnemingen gedurende vele jaren aan boord der Nederlandsche lichtschepen verricht blijkt, dat de getijstroomen bij de lichtschepen „Noord-Hinder" en „Schouwenbank" *tegen* zon en bij de lichtschepen „Haaks" en „Terschellingerbank" *met* zon draaien, hetgeen overeenkomt met de resultaten van de Heeren Bernelot Moens en Tutein Nolthenius.

Bovendien werd geconstateerd, dat de richting en de snelheid van den stroom op hetzelfde oogenblik voor alle lichtschepen verschillend is, dat echter als zeer algemeene regel mag worden gesteld, dat het noordoostgaand tij loopt van 2 uur vóór tot 2 uur na hoogwater en het sterkst ten tijde ongeveer van hoogwater en het zuidwestgaand tij van ruim 4 uur na tot ruim 8 uur na hoogwater ter plaatse.

Deze feiten zijn met het oog op de keuze van het lengteprofiel der strandhoofden van gewicht, daar zij er op wijzen, dat *bij hoogwater een sterke stroom loopt.*

Het Oost- of Westgaand tij komt bij het lichtschip „Terschellingerbank" eerst door, als het Noordoost- of Zuidwestgaand tij ter hoogte van het lichtschip „Maas" ongeveer zijn grootste kracht bereikt en de stroom heeft op de eerste plaats ongeveer de maximumsnelheid, als hij bij de tweede plaats kentert.

Volgens de Heeren Bernelot Moens en Tutein Nolthenius bedraagt de gemiddelde maxima-snelheid van den vloedstroom 45 M. per minuut; bij springtij is zij één vijfde sterker, bij dood-tij één vijfde zwakker. De maxima-snelheid van den ebstroom bedraagt $^3/_4$ der maxima-snelheid van den vloedstroom.

Deze waarden stemmen vrij goed overeen met die, door de Zeemansgids opgegeven, welke laatste zijn afgeleid uit de waarnemingen op de lichtschepen verricht.

Volgens de Zeemansgids bedraagt de snelheid van den stroom bij springtij (2 etmalen na volle en nieuwe maan) in normale omstandigheden nimmer meer dan 1.7 zeemijl (51 M. per minuut); bij doodtij (2 etmalen na de maanskwartierstanden) is deze hoogstens 1.2 zeemijl (36 M. per minuut). Het noordoostgaand tij is een weinig krach-

tiger dan het zuidwestgaand; het verschil bij het lichtschip „Haaks" bedraagt 0.3 zeemijl (9 M. per minuut).

Tevens is aan de lichtschepen geconstateerd:

1⁰ dat de kracht van den stroom, die gedurende de kentering recht den wal uit- of inzet, bij springtij gewoonlijk hoogstens 0.3 zeemijl bedraagt.

2⁰ dat bij harden wind de richting van den stroom slechts zeer weinig wordt gewijzigd; dat echter de duur en de snelheid wel kunnen veranderen. Bij zuidwestenwinden zal het noordoostgaand tij langer duren en grooter snelheid bereiken, terwijl het zuidwestgaand tij dan minder merkbaar zal zijn dan onder gewone omstandigheden.

XIII.

De diepte van den zeebodem langs de Nederlandsche kust; en de invloed van de ligging van verschillende dieptelijnen ten opzichte van de lijn van laagwater op het al of niet achteruitgaan van een kustvak.[1]

De ligging van de dieptelijn van 18 M.[2]

Van den Hoek van Holland tot Petten is de kust geheel schoon[3]; de diepte neemt echter zeewaarts niet volmaakt gelijkmatig toe. In zeer ruwe trekken vertoont de zeebodem van den Hoek van Holland af tot bij strandpaal 5 overal een gelijksoortig verloop, behalve dwars van Petten, waar de Pettemer polder een ondiepte met 7 M. minste waterdiepte aan den steilen buitenkant tot op 3.5 K.M. van den wal afsteekt. Benoorden strandpaal 5 verkrijgt de zeebodem een geheel ander aanzien, daar hier een zeegat bestaat, het Schulpengat, gelegen tusschen de kust en de ondiepe Haaksgronden, die ver in zee uitsteken.

Benoorden den Hoek van Holland verwijdert de doorloopende dieptelijn van 18 M. beneden laagwater zich van de kust; tusschen Scheveningen en Katwijk ligt zij op 9 K.M. en voor IJmuiden op 20 K.M. uit den wal.

Voor IJmuiden liggen binnen de 18 M. lijn putten en ruggen. Zoo

---

1) Hierbij bijlage C en D.

2) Vergelijk hiermede de „Zeemansgids voor de Nederlandsche kust", uitgegeven in 1909 door het Ministerie van Marine, en
De hydrographische kaart van de Nederlandsche kust van Noord-Hinder tot Kijkduin.

3) Onder een schoone kust wordt in dit hoofdstuk verstaan eene waar, buiten het zeer veranderlijke bankengebied vlak voor de kust, geen ondiepten in den zeebodem voorkomen, waarboven zoo weinig water staat, dat zij invloed uitoefenen op den vorm en afmetingen der aanrollende golven.

heeft men bij Zandvoort nog ruim 18 M. op 6 K.M. uit den wal, binnen een rug, waarop slechts 14.5 M. water staat. Dwars van IJmuiden staat op 7.5 K.M. van de hoofden, meer dan 20 M. water, terwijl op 18 K.M. van deze hoofden verwijderd een plek is met niet meer dan 14.5 M. water.

Bij Egmond nadert de 18 M. lijn de kust weder tot op ongeveer 15 K.M. en loopt dwars van de Hondsbossche zeewering, zuidwaarts terug langs een diepe geul, waarin 21.5 M. water staat. Ze nadert nu Egmond tot op 10 K.M., buigt zich bezuiden die plaats weder noordwaarts om en volgt benoorden deze plaats de kust op 3.5 à 5.5 K.M. afstand. Voor Egmond treft men dus de lijn van 18 M. driemaal aan, respectievelijk op afstanden van 15, 10 en 7 K.M. Noordelijker buigt zij zich om de Haaksgronden om.

Volgens de hydrographische kaart van de Nederlandsche kust van den Noord-Hinder tot Kijkduin van 1909 ligt de lijn van 18 M. beneden laagwater op de volgende plaatsen onder de daarbij vermelde afstanden uit de kust:

te Hoek van Holland	ongeveer	7.5	K.M.
te Scheveningen	„	8	„
te Katwijk	„	13	„
te Zandvoort	„	20	„
te Egmond	„	15, 10 en 7	„
te Kamperduin	„	5	„
te Callantsoog	„	8	„

Wanneer men deze cijfers beschouwt en daarmede in verband brengt, dat de meest aangevallen gedeelten van onze kust liggen tusschen den Hoek van Holland en Scheveningen en benoorden Egmond, dan ligt de gevolgtrekking voor de hand, dat de ligging van de lijn van 18 M. invloed zou uitoefenen op den toestand van het strand.

De commissie tot onderzoek, of de schelpvisscherij langs de Noordzeekust nadeelig kan zijn, liet zich daardoor dan ook verleiden tot de conclusie, dat „bij het onderzoek naar de oorzaken van meer- „deren of minderen aanval van de zee op de kust, ook, zooals be- „kend is, vooral gelet moet worden op den afstand, waarop de diepte „uit den wal blijft."

Zij beroept zich dan op de ligging van de lijn van 20 M., die juist op twee punten, waar de kust het meest is aangevallen, deze het dichtst nadert, n.l. bij Petten en bij Terheide.

Wij zullen hieronder aantoonen dat het feit, dat een afneming van de kust gepaard gaat aan een geringen afstand van de dieptelijnen van 18 en 20 M., beschouwd moet worden als geheel van toevalligen aard, en dat niet de conclusie getrokken kan worden, dat beide verschijnselen met elkander in eenig verband staan.

De ligging van de diepteliju van 15 M.

In de jaren 1895—1898 zijn door den Rijkswaterstaat in de Noordzee op uitgebreide schaal peilingen verricht tot een afstand van 2500—4000 M. uit de laagwaterlijn in raaien, gaande door de strandpalen, loodrecht op de kust.

Daarbij is de lijn van 15 M. — N. A. P. niet overal aangepeild. Voor eenige der raaien, waarin dit wel geschiedde, is dit in de volgende tabel vermeld met opgave van den afstand dier lijn uit die van laagwater.

Bij	strandpaal	108	op	3750	M.
„	„	102	„	3000	„
„	„	99	„	3150	„
„	„	81	„	2700	„
„	„	71	„	2500	„
„	„	67	„	2350	„
„	„	62	„	3400	„
„	„	46	„	2250	„
„	„	39	„	1850	„
„	„	23	„	3500	„

terwijl noordelijker de 15 M. lijn nergens meer aangepeild werd.

Opmerkelijk is nu wel, dat terwijl bij strandpaal 108 de aanval op de kust bepaald zeer sterk is en terwijl tusschen paal 81 en 71 in de periode van $\frac{1887}{1896} - \frac{1897}{1906}$ de toename van strand en duin aanzienlijk was, de lijn van 15 M. — N. A. P. bij paal 108 op 3750 en bij de palen 81 en 71 respectievelijk op 2700 en op 2500 M. buiten de laagwaterlijn lag.

Bij paal 23 ter plaatse van de sterk aangevallen Hondsbossche zeewering, ligt de lijn van 15 M. beneden N. A. P. op 3500 M. uit den wal, en noordelijker, waar de aanval toch ook zoo belangrijk is, dat men er bijna doorloopend een strandverdediging noodig acht, die voor een groot deel reeds aangebracht is, werd deze lijn in het geheel niet aangepeild; terwijl daarentegen zuidelijker bij paal 39 de 15 M. lijn de kust zeer nadert en wel tot op 1850 M., niettegenstaande hier in den laatsten tijd een toename van strand valt waar te nemen.

Uit bovenstaande blijkt zeer duidelijk, dat van eenig verband tusschen de ligging van de 15 M. lijn en den toestand, waarin het strand en duin zich bevinden, geen sprake is.

Nu is het moeilijk aan te nemen, dat het feit, dat de lijnen van 18 M. en 20 M. diepte op een bepaald kustgedeelte het strand naderen, een afname van het strand *ten gevolge zou hebben*, wanneer bedoeld feit gepaard gaat aan een flauw gemiddeld beloop van den onderzeeschen oever van de laagwaterlijn tot de 15 M. lijn juist

daar, waar strand en duin in afnemenden toestand verkeeren, en aan een veel steiler beloop hiervan over het gedeelte, waar de toestand van het strand gunstig is.

Het komt mij dan ook voor, dat vooropgesteld kan worden, dat *de ligging van de grootere dieplen in zee, d.w.z. die van 15—20 M., geenerlei verband houden met het feit, of het betrekkelijke kustvak in voor- of achteruitgaanden toestand verkeert.*

De ligging van de dieptelijn van 10 M.

Bij beschouwing van de bijlagen C en D blijkt omtrent de ligging van de lijn van 10 M. — N. A. P. het volgende:

Alhoewel men in het geheel niet het besluit kan trekken, dat de ligging van de lijn van 10 M. onder N A. P. een maatstaf aangeeft voor het verschijnsel, of de kust toe- of afnemend is, is er toch wel eenig verband tusschen de ligging van die lijn en het bedoelde verschijnsel aan te wijzen, in zooverre, dat, waar de toestand in het tijdvak $\frac{1887}{1896}-\frac{1897}{1906}$ zeer gunstig was, de 10 M. lijn ver uit de kust is verwijderd. Zoo ligt ze op het aanwinnende gedeelte tusschen paal 96 en 56, overal op een afstand van meer dan 1650 M. uit de laagwaterlijn, en tusschen paal 114 en 99, het gebied der Delflandsche hoofden, op 1170 à 1520 M.

Over het, in vrij gunstigen toestand verkeerende, gedeelte van paal 52 tot paal 32 lag de dieptelijn van 10 M. — N. A. P. op een afstand van 1720 à 1120 M., terwijl noordelijker op het vrij sterk aangevallen gedeelte, deze lijn gemiddeld tot een afstand van 1100 M. nadert en ter hoogte van de Hondsbossche Zeewering zelfs niet meer dan 670 M. uit den teen van den dijk ligt.

Echter treft ons dan weer, dat b. v. bij paal 13 en bij paal 12, waar men tot aanleg van hoofden moest overgaan, de lijn van 10 M. — N. A. P. op 1300 à 1360 M. uit den wal ligt en bij paal 36, waar duin en strand zonder kunstmatige hulpmiddelen nog vrij aanzienlijk verbeterden op 1180 M.

Bij paal 106, in het gebied der Delflandsche hoofden, ligt deze lijn op meer dan 1400 M. uit de laagwaterlijn, dus aanzienlijk verder dan bij genoemden paal 36.

In weerwil van dit laatstvermelde mag uit het bovenstaande toch wel de conclusie getrokken worden, dat de toestand van het strand en de ligging van de 10 M. lijn oogenschijnlijk eenigszins evenwijdig loopen.

De ligging van de dieptelijn van 7 M.

Wordt nu de ligging van de 7 M. lijn nagegaan, dan mag het zeker opmerkelijk worden genoemd, dat overal, waar deze lijn dichter bij de laagwaterlijn ligt dan op 700 M. afstand, het strand in een afnemenden toestand verkeert, tenzij dit door hoofden wordt verdedigd, terwijl daar, waar de afstand meer dan 800 M. bedraagt, het

strand aanwint. Men kan zelfs nog verder gaan en zeggen, dat, waar de afstand *veel* geringer is dan 700 M., de aanval ook *zeer* sterk is. Een en ander zal hieronder nader werden aangetoond.

Bij paal 116 (benoorden den Hoek van Holland) moet men aannemen, dat de toestand nog sterk beheerscht werd door de dammen van den Nieuwen Waterweg. Bij een ligging van de 7 M. lijn op 780 M. buiten de laagwaterlijn was het strand hier ongeveer in evenwicht. (Vergelijk blz. 52).

Bij paal 115 is de aanval merkbaar sterker dan bij paal 116 en hij is het sterkst van paal 115 tot bij het dorp Terheide (paal 111.7). Bij paal 115 is de afstand tusschen de bovengenoemde lijnen 550 M., bij de palen 114, 113 en 112 gemiddeld 480 M.

Van strandpaal 110 tot 104.5 wordt de aanval op het strand geringer. De afstand van de 7 M. lijn tot die van laagwater vermeerdert van paal 110 tot 104 van 530 tot 680 M. (Zie blz. 58).

Van hier af komt men op een gebied, dat weinig of niet achteruitging, maar waar de inscharing, ontstaan na den aanleg van zuidelijker gelegen hoofden, de voortzetting van de strandverdediging noordwaarts noodzakelijk maakte (zie Hoofdstuk XVII). De groote onderlinge afstand der hoofden van 500 M. was hier geen beletsel om verderen achteruitgang tegen te gaan. Van paal 104 tot 99 was de afstand tusschen de 7 M. — en de laagwaterlijn gemiddeld 730 M.

Van paal 99 tot paal 34 ging de gemiddelde laagwaterlijn van de jaren 1887/1896 tot 1897/1906 naar buiten (zie bijlage C), uitgezonderd ter plaatse van eenige palen dicht bij de havendammen van IJmuiden. Overal lag de dieptelijn van 7 M. — N. A P. meer dan 700 M. — en over geheele vakken aanzienlijk meer — buiten de laagwaterlijn.

Van paal 34 tot aan de Zuidzijde van de Hondsbossche zeewering (paal 26) ging het strand bij de verschillende palen een weinig achter- of vooruit, verkeerde dus ongeveer in evenwicht, zonder dat hier een strandverdediging is. De afstand der 7 M. lijn en die van laagwater bedroeg gemiddeld over het vak van paal 34–29 ongeveer 700 M.

Benoorden paal 29 nadert de lijn van 7 M. aanmerkelijk de kust. Haar afstand bedraagt van paal 26 tot 21 d. i. ter plaatse van de Hondsbossche en Pettemer zeewering gemiddeld 580 M., waarbij er nog op gewezen kan worden, hoe abnormaal dicht ook de 10 M. lijn hier bij de kust ligt.

Benoorden de Pettemer zeewering ligt een elftal strandhoofden. De afstand van de 7 M. lijn tot die van laagwater is ook hier nog zeer gering, maar opmerking verdient, dat door de aanwezigheid van den Pettemer polder, een ondiepte in zee, liggende voor den wal tusschen de palen 20 en 16, de kust hier onder zeer abnormale omstandigheden verkeert en het hieraan waarschijnlijk zal zijn toe te

schrijven dat, in weerwil van den betrekkelijk kleinen afstand der dieptelijn van 7 M. tot die van laagwater, men tot paal 18 met een niet kostbare strandverdediging, benoorden paal 18 zonder strandverdediging kon volstaan. Waar b. v. voor paal 16 op 1000 M. uit de laagwaterlijn een rug van 57 d.M. aangetroffen wordt, in het kort hier van een „schoone kust" geen sprake is, kan bij ons onderzoek naar den invloed van de ligging van de 7 M. lijn voor een schoone kust op het strand, dit kustgedeelte buiten beschouwing blijven.

Ten slotte zij dan nog opgemerkt, dat op het gedeelte van de kust benoorden paal 13.5, waar een strandverdediging reeds werd aangebracht of in principe tot den aanleg daarvan werd besloten, de lijn van 7 M. minder dan 700 M. buiten die van laagwater ligt. Toch is tusschen paal 13.5 en paal 6 de toestand veel gunstiger dan bezuiden Terheide; over het eerstgenoemde kustvak is de afstand tusschen de meer vermelde lijnen (hier gemiddeld 625 M.) dan ook grooter dan ter plaatse van het laatstgenoemde.

De ligging van de dieptelijn van 7 M. voor Texel, Vlieland en Terschelling.

Strekken wij een dergelijk onderzoek uit over de eilanden Texel, Vlieland en Terschelling, dan blijkt het volgende:

a. Texel.

Vanaf strandpaal 18 (2 K.M. bezuiden Koog) noordwaarts tot paal 27 heeft men op het eiland Texel een aanwinnend strand in den meest zuiveren vorm. De zeewaartsche verplaatsing van de laagwaterlijn bedroeg van 1850—1909 bij de palen 18 tot 27 respectievelijk 50, 208, 238, 267, 300, 275, 276, 213, 149 en 87 M. dus gemiddeld 206 M. of per jaar 3,6 M.

De Heer J. W. Welcker, die langen tijd arrondissements-ingenieur te Alkmaar was, en als zoodanig het Texelsche strand beheerde, zegt hieromtrent: „Wie op Texel bekend is, weet hoe ontzaglijk „groot de uit zee aangevoerde zandmassa's zijn, die jaarlijks het „duin en strand zeewaarts verplaatsen."

Met behulp van de hydrographische kaart der Zeegaten van Texel en de Eierlandsche gronden van 1901, waarop de dieptelijnen van 8 en 5 M. beneden laagwater zijn geteekend, is berekend de afstand van de lijn van 7 M. — A. P.[1]) uit de laagwaterlijn. Die afstand blijkt dan, wanneer men hem op deze zeer ruwe wijze vaststelt, te zijn 1250 à 1800 M., gemiddeld ongeveer 1500 M.

Deze afstand is zeer groot, grooter dan op eenig punt van den vasten wal.

b. *Vlieland.*

Dank zij peilingen, in 1908 op Vlieland tot ongeveer 1000 M. uit

---

[1]) A. P. is ongeveer 1 M. + L. W. Aangezien op Texel, Vlieland en Terschelling het N. A. P. niet is verspreid, wordt hier met A. P. gewerkt.

den wal gedaan, is het mogelijk aldaar de ligging van de dieptelijn van 7 M. — A. P., waar zij binnen dien afstand van de kust valt, nauwkeurig na te gaan.

Bij strandpaal 41, waar geen strandverdediging is en nochtans het strand in de laatste 30 jaren niet achteruitging, bedraagt de afstand der lijn van 7 M. — A. P. tot de laagwaterlijn 800 M.

Ter plaatse van hoofd B, waar de toestand niet ongunstig is (den aanleg van dit hoofd heeft men jaren lang kunnen uitstellen), bedraagt deze afstand eveneens 800 M.

Het kustvak tusschen paal 43 en 48 wordt het sterkst aangevallen. De onderlinge afstand der beide meer genoemde lijnen bedraagt hier gemiddeld 630 M. Noordelijker wordt de aanval minder en gaat de 7 M. lijn ook meer naar buiten; spoedig kan men de kust niet meer „schoon" noemen en komt men op een gebied, dat geheel is onder den invloed van het Stortemelk.

c. *Terschelling.*

Van het Noorderstrand van Terschelling was het westelijke gedeelte van paal 6 tot paal 9 van 1858—1909 sterk aanwinnend; het meer oostelijk gelegen deel tusschen de palen 10 en 19 nam langzaam af.

Aangezien er geen peilingen bestaan voor dit kustvak zijn gegevens omtrent deze kust ontleend aan de hydrographische kaart van de „zeegaten van Vlieland, Terschelling en Ameland" uitgegeven in 1906.

Zeer opmerkelijk is ook hier weer, hoe de dieptelijnen van 5 en 8 M. — L. W. ter plaatse van strandpaal 10 sterk westwaarts naar buiten wijzen, hetgeen weder een aanwijzing geeft voor den grooten invloed, die de ligging van deze lijnen heeft op den toestand van het strand. De lijn van 18 M. — L. W. ligt daarentegen voor het afnemende strand iets verder weg dan voor het aanwinnende.

Volgens meting op de kaart ligt beoosten paal 10, d. i. dus voor het afnemend gedeelte, de doorgaande lijn van 5 M. — L. W. d. i. 6 M. — A. P. gemiddeld 600 à 700 M. buiten de laagwaterlijn; echter bestaat er tusschen die lijn en de kust een doorgaande geul van een diepte van meer dan 5 M. — L. W. (de diepte bedraagt volgens de ingeschreven cijfers op verschillende plaatsen 83 (53?), 57, 54 en 52 d.M. — L. W.) welke door een vrij hoogen rug (welks hoogte volgens de ingeschreven cijfers op verschillende plaatsen 26, 36, 33, 38 en 37 d.M. — L. W. bedraagt) van het diep van de zee gescheiden wordt. Voorts zou volgens meting op de kaart de lijn van 8 M. — L. W. d. i. ± 9 M. — A. P. gelegen zijn ongeveer 600 M. buiten die van 5 M. — L. W., waaruit dan zou volgen, dat de lijn van 7 M — A. P. ligt 800 à 900 M. buiten die van laagwater. Het behoeft geen betoog, dat ook hier de afstand tusschen de lijn van

7 M. — A. P. en die van laagwater slechts globaal kan worden bepaald en dat dit lang niet met dezelfde nauwkeurigheid kan geschieden, als voor den vasten wal en voor Vlieland, waar uitgebreide peilingen ter beschikking waren.

Wel mag uit het bovenstaande worden besloten, dat bedoelde afstand voor het aanwinnende Texelsche strand veel grooter was dan voor het langzaam achteruitgaande strand op Terschelling — waarbij opmerking verdient, dat voor deze beide stranden de ligging van de lijn van 7 M. — A. P. op dezelfde wijze werd bepaald — en dat, waar het Terschellinger strand van een achter- in een vooruitgaanden toestand overgaat, de dieptelijn van 7 M. ook sterk naar buiten gaat.

Het bestaan van een verband tusschen de ligging van de dieptelijn van 7 M. en den toestand van het strand.

Uit het voorgaande volgt ten duidelijkste, dat bij het verband, dat bestaat tusschen de ligging van de lijn van 7 M. — A. P. of 7 M. — N. A. P. ten opzichte van de laagwaterlijn en den toestand van het strand wel niet aan toevallige omstandigheden valt te denken. Het mag als een *vaststaand feit worden beschouwd, dat de ligging van de dieptelijn van 7 M. — N. A. P. (A. P.) t. o. v. de laagwaterlijn van overwegenden invloed is op den toestand van het strand.*

Hierna zal blijken, dat hiervoor ook een zeer voor de hand liggende verklaring is te geven, maar, alvorens hiertoe over te gaan, zal eerst omtrent den zeebodem voor onze kust nog het een en ander worden medegedeeld.

Verloop van den zeebodem buiten de buitenste bank voor de kust.

Tusschen den Hoek van Holland en Den Helder liggen op geringen afstand buiten de laagwaterlijn een of meer banken. Van de buitenste bank daalt de oever regelmatig zeewaarts af. Landwaarts van de buitenste bank is een zeer veranderlijk gebied, waarop hierna zal worden teruggekomen.

Eerst zij hier het een en ander opgemerkt omtrent het verloop van den bodem zeewaarts van de buitenste bank. [1])

Voor Delfland is dit in het algemeen als volgt: Vanaf de buitenste bank loopt de zeebodem onder vrij steil beloop af, totdat hij de diepte van 7 M. — N. A. P. bereikt; van hieraf wordt de helling zeewaarts geleidelijk geringer. Als voorbeeld zullen hier eenige bijzonderheden omtrent raai 100 worden medegedeeld. [2])

---

[1]) De hierna te noemen cijfers zijn ontleend aan de in de jaren 1895—1898, door den Rijks Waterstaat verrichte, nauwkeurige peilingen tot een afstand van 2500—4000 M. uit de laagwaterlijn.

[2]) De hoogtematen in dit hoofdstuk zijn betrekkelijk N. A. P., tenzij uitdrukkelijk het tegenovergestelde vermeld wordt.

De nummers van de raaien stemmen overeen met de nummers der strandpalen.

Hoogte van de buitenste bank	—35 d.M.
Afstand top buitenste bank uit laagwaterlijn	250 M.
„ 7 M. lijn uit laagwaterlijn	800 M.
„ 10 M. „ „ „	1370 M.
„ 12 M. „ „ „	1870 M.
„ 14 M. „ „ „	2700 M.
„ 15 M. „ „ „	3350 M.

Hieruit volgt dat de helling is van den top van de buitenste bank tot de 7 M. lijn ongeveer . . . . 1 à 160

van de 7 M. lijn tot de 10 M. lijn ongeveer	1 à 190
„ „ 10 M. „ „ „ 12 M. „ „	1 à 250
„ „ 12 M. „ „ „ 14 M. „ „	1 à 400
„ „ 14 M. „ „ „ 15 M. „ „	1 à 650

Deze cijfers, die een zeer goed beeld geven van het verloop der diepte voor dit deel van de kust, geven duidelijk weer, hoe hier de helling van den bodem flauwer wordt, naarmate men verder in zee komt.

Een dergelijk hol profiel behoudt de zeebodem tot ongeveer strandpaal (raai) 85.

Hierna wijzigt het zich in dien zin, dat de helling tusschen de buitenste bankenrij en de dieptelijn van 10 M. flauwer is, dan die tusschen de dieptelijn van 10 M. en 14 M.

De hoogte van de buitenste bank bedraagt	—32½ d.M.
De afstand van den top van de buitenste bank tot de laagwaterlijn	430 M.
De afstand van de 7 M. lijn uit de laagwaterlijn	1220 M.
„ „ „ „ 10 M. „ „ „ „	1850 M.
„ „ „ „ 12 M. „ „ „ „	2150 M.
„ „ „ „ 14 M. „ „ „ „	2440 M.
„ „ „ „ 16 M. „ „ „ „	2850 M.
„ „ „ „ 18 M. „ „ „ „	4200 M.

Hieruit volgt dat de helling is:

Van den top van de buitenste bank tot de 7 M. lijn ongeveer	1 à 210
van de 7 M. lijn tot de 10 M. „ „	1 à 210
„ „ 10 M. „ „ „ 12 M. „ „	1 à 150
„ „ 12 M. „ „ „ 14 M. „ „	1 à 145
„ „ 14 M. „ „ „ 16 M. „ „	1 à 205
„ „ 16 M. „ „ „ 18 M. „ „	1 à 675

Ook deze cijfers geven een goed beeld van het verloop der diepte en wel tusschen de palen 85 en 52, waarbij moet worden opgemerkt, dat, volgens de meergenoemde peilingen der jaren 1895—1898, op vele plaatsen het gedeelte buiten de 15 M. lijn een nog flauwere helling aanneemt, zelfs hier en daar vrijwel horizontaal is, terwijl

er verscheidene profielen zijn aan te wijzen, waar de helling juist tusschen de 12 en de 15 M. lijn nog aanmerkelijk steiler is dan in raai 78.

Van raai 52 tot raai 36 is de gemiddelde helling van den zeebodem tusschen de buitenste bankenrij en de dieptelijn van 10 M. ongeveer dezelfde als die tusschen de dieptelijnen van 10 M. en 14 M.

Als voorbeeld zij hier gekozen raai 44.

De hoogte van de buitenste bank bedraagt. . . .	—33,5 d.M.
De afstand van den top van de buitenste bank tot de laagwaterlijn	440 M.
De afstand van de 7 M. lijn uit de laagwaterlijn. . .	850 M.
„ „ „ „ 10 M. „ „ „ „ . . .	1400 M.
„ „ „ „ 12 M. „ „ „ „ . . .	1680 M.
„ „ „ „ 14 M. „ „ „ „ . . .	1980 M.
„ „ „ „ 16 M. „ „ „ „ . . .	2430 M.

Hieruit volgt dat de helling is:

Van den top van de buitenste bank tot de 7 M. lijn	1 à 115.
van de 7 M. lijn „ „ 10 M. „	1 à 180.
„ „ 10 M. „ „ „ 12 M. „	1 à 140.
„ „ 12 M. „ „ „ 14 M. „	1 à 150.
„ „ 14 M. „ „ „ 16 M. „	1 à 225.

Verder zeewaarts is de helling zeer flauw.

Van raai 36 af tot raai 25 verkrijgt de zeebodem weder een dergelijk hol verloop als voor Delfland.

Ter toelichting worden hier eenige bijzonderheden omtrent raai 27 medegedeeld:

De hoogte van de buitenste bank bedraagt. . . .	— 32,5 d.M.
De afstand van den top van de buitenste bank tot de laagwaterlijn	350 M.
De afstand van de 7 M. lijn uit de laagwaterlijn. . .	580 M.
„ „ „ „ 10 M. „ „ „ „ . . .	940 M.
„ „ „ „ 12 M. „ „ „ „ . . .	1180 M.
„ „ „ „ 14 M. „ „ „ „ . . .	1800 M.
„ „ „ „ 16 M. „ „ „ „ . . .	2700 M.

Hieruit volgt dat de helling is:

Van den top van de buitenste bank tot de 7 M lijn	1 à 60.
van de 7 M. lijn „ „ 10 M. „	1 à 120.
„ „ 10 M. „ „ „ 12 M. „	1 à 120.
„ „ 12 M. „ „ „ 14 M. „	1 à 310.
„ „ 14 M. „ „ „ 16 M. „	1 à 450.

Van raai 25 tot raai 16 wijkt het profiel van den zeebodem sterk af van de hiervoren beschrevene profielen. Zeewaarts van de buitenste bank daalt de bodem steil, tot een diepte van 8 à 12 M. bereikt is.

Zoo liggen in raai 21 voor het dorp Petten de 6 en de 12 M. lijn slechts 300 M. uit elkander, hetgeen overeenkomt met een helling van 1 à 50.

Benoorden raai 16 (tot raai 6) verloopt de zeebodem zeewaarts van de buitenste bank weder veel flauwer; hier is ook weder een eenigszins holle vorm van het dwarsprofiel waar te nemen.

De helling van het diepere gedeelte van den zeebodem heeft geen directen invloed op den toestand van het achtergelegen strand.

In grove trekken is hierboven aangegeven het verloop van den zeebodem zeewaarts van de buitenste banken voor de kust; er zal nu nagegaan worden welke gevolgtrekkingen hieruit zijn te maken.

Vergelijkt men hetgeen is medegedeeld omtrent het strandvak van raai 116 tot 85 met datgene, wat is vermeld omtrent het strandvak van raai 85 tot raai 52 en in het bijzonder het verloop van raai 100 met raai 78, dan merkt men op, dat de helling tusschen de 12 en 15 M. lijn voor het afnemende Delflandsche strand veel flauwer is dan die voor het vrij sterk aanwinnende strand voor Noordwijk.

De helling tusschen de 10 en 7 M. lijn verschilt voor beide raaien niet zeer noemenswaardig; die tusschen de 7 M. lijn en den rug van de buitenste bank is echter in raai 100 1 à 160, in raai 78 1 à 210. terwijl de afstand van den top van de buitenste bank tot de laagwaterlijn respectievelijk is 250 M. en 430 M.

De zeer geringe helling beneden de 10 M. lijn juist langs het afnemende strand wijst er op, dat de helling van den bodem van het diepere gedeelte der zee (tusschen de 10 en 15 M. lijn) geen directen overheerschenden invloed heeft op den toestand van het strand.

Over de veranderingen van den zeebodem in het diepere gedeelte der zee; het bankengebied voor de kust.

Aangezien de zeer nauwkeurige peilingen, in 1895—1898 gedaan, nog niet zijn herhaald, is het niet mogelijk uit deze peilingen omtrent de veranderingen van den zeebodem in het diepere gedeelte der zee, eenige gevolgtrekking te maken.

Alleen zijn deze peilingen, welke vóór de haven van IJmuiden in 1895 werden verricht aldaar in 1898 ten tweede male geschied en de bijna absolute gelijkheid, daarbij gevonden, wijst er op, dat, althans hier, veranderingen van den zeebodem zeewaarts van de dieptelijn van 10 M. slechts zeer geleidelijk geschieden.

Toch zijn er aanwijzingen om te besluiten, dat zandverplaatsingen in de meer diepe gedeelten van den zeebodem op den langen duur niet zijn uitgesloten. Zoo was b. v. eene, in 1878 op 3000 M. buiten den duinvoet te IJmuiden in zee gestorte, aanzienlijke hoeveelheid baggerspecie op den 11 tot 12 M. beneden laagwater diepen bodem in 1884 grootendeels door de getijstroomen opgeruimd (Vergelijk § 12 van de „Beoordeeling van het door Jhr. H. Th. Hora Siccama opgemaakt ontwerp eener zeehaven te Scheveningen" door J. F. W. Conrad).

Op bijlage 1 fig. 3 van het „Verslag over de Waarnemingen in de

Noordzee in de jaren 1880—1882" door H. Bernelot Moens en R. P. J. Tutein Nolthenius is afgebeeld (zie bl. 90 van dit verslag) de loop der dieptelijn van 15 M. — L. W. met behulp der uitvoerige Engelsche zeekaarten uit de eerste helft der vorige eeuw. Vergelijkt men de, volgens die kaart toen bestaande, ligging der lijn van 15 M. — L. W. met die van 15 M. — N. A. P. volgens de peilingen van de jaren 1895—1898, dan blijkt, dat de diepte vrij aanmerkelijk de kust zou zijn genaderd.

Terwijl men meent, dat aangenomen moet worden, dat het diepere gedeelte van den zeebodem in korte tijden weinig verandert — een aanname waarmede de weinige waarnemingen, welke ten dienste staan om dit te beoordeelen, niet in strijd zijn — is het gedeelte dicht bij den wal aan sterke wisselingen onderhevig.

Overal langs onze kust bevinden zich in den beweeglijken zeebodem één of meer geulen, die zich evenwijdig aan de kust uitstrekken en waardoor een vrij sterke stroom trekt. Een enkele storm is echter voldoende om de ligging en afmetingen dezer geulen volkomen te wijzigen. Zeer merkwaardig is het, dat bijna overal de buitenste rug een hoogte heeft van 2.5 à 4 M., veelal ongeveer 3.5 M. beneden N. A. P. De buitenste geul is gewoonlijk niet dieper dan 1 à 2 M. beneden N. A. P. en de meer binnenwaarts gelegene, zoo zij voorkomen, hebben geringere afmetingen. Dit bankengebied strekt zich eenige honderden Meters buiten de laagwaterlijn uit. [1])

Over het ontstaan dezer banken (ruggen) en geulen zal op bl. 133 het een en ander worden medegedeeld.

Kort overzicht van hetgeen de ondervinding geleerd heeft.

Hetgeen hiervoor is medegedeeld, kan in het kort als volgt worden samengevat:

a) de dieptelijnen schijnen geleidelijk de kust te naderen;

b) de getijstroomen hebben in elk geval langs den bodem kracht genoeg om dezen — ook waar hij diep gelegen is — uit te schuren;

c) er wordt aangenomen, dat het diepere gedeelte van den zeebodem in korte tijden weinig verandert;

d) het is een algemeen bekend feit, dat er zich binnen de dieptelijn van 7 M. — N. A. P. een uiterst veranderlijk gebied, bestaande uit ruggen en geulen, bevindt;

e) het kan als een vaststaand feit beschouwd worden, dat de

---

[1]) Opmerking verdient, dat tusschen raai 30 en 16 de geul veel geprononceerder optrad, volgens de peilingen van 1895—1898, dan ergens anders. Zoo vond men in raai 25 voor de Hondsbossche zeewering op 430 M. buiten den teen van den dijk een rug van 35 d.M. — N. A. P. op 310 M. een geul van 67.5 d.M. — N. A. P. en op 150 M. weder een rug van 22.5 d.M. — N. A. P.

Voor Terschelling heeft de geul ook bijzonder groote afmetingen (zie bl. 126)

ligging van de dieptelijn van 7 M. — N. A. P. ten naaste verband houdt met den toestand van het strand;

f) de helling van den zeebodem buiten de lijn van 10 M. heeft geen direct merkbaren invloed op den toestand van het strand.

We zullen thans overgaan tot het geven van eenige beschouwingen omtrent de bovenstaande feiten, zoo mogelijk van een verklaring hiervoor en het maken van eenige gevolgtrekkingen.

De daling van den bodem.

Sedert het verschijnen van de verhandeling van den Hoofdingenieur-Directeur van den Waterstaat J. C. Ramaer over „De daling „van den bodem van Nederland ten opzichte van den gemiddelden „zeewaterspiegel, in verband met de waarnemingen betrekkelijk het „Amsterdamsch Peil" (Zie Tijdschrift van het K. I. v. I. 1907—1908) moet het als een vaststaand feit worden beschouwd, dat de bodem van ons land regelmatig ongeveer 2 d. M. per eeuw zakt en er is alle reden aan te nemen, dat zulks met den zeebodem, zoo deze niet toe- of afnam, eveneens het geval zou zijn. Hierin dus alleen is reeds een reden te vinden, waarom de dieptelijnen zich zeer langzaam landwaarts zullen bewegen.

Doch waar duidelijk is gebleken, dat de getijstroomen langs den bodem kracht genoeg hebben om zand te verplaatsen, is er geen enkele reden aan te nemen, dat die daling van den bodem de eenige oorzaak is, tot naderen der dieptelijnen. Wordt er bovendien op den langen duur zand weggevoerd dan zullen de dieptelijnen sneller naderen, wordt er zand aangevoerd dan geschiedt dit minder snel, of kunnen de dieptelijnen zich zelfs van de kust verwijderen. Eerst wanneer de nauwkeurige peilingen der jaren 1895-1898 herhaald zijn, zal over de vraag of de zeebodem al of niet wordt uitgeschuurd eenig licht kunnen worden verspreid.

Waarom het strand en het bankengebied daarvoor zeer beweglijk zijn, in tegenstelling met de diepere gedeelten van den zeebodem.

Dat de veranderingen van den zeebodem op groote diepte slechts zeer langzaam en geleidelijk plaats hebben, is niet te verwonderen. De zanddeeltjes worden niet anders bewogen dan door de getijstroomen, die er over heen trekken en hoogstens zoo'n deeltje een weinig voort kunnen rollen. Wanneer men dan nog nagaat, dat er zoowel een noordoostgaand tij als een zuidwestgaand is, dat een zanddeeltje dus heen en weer gerold wordt (alhoewel dan de beweging in de eene richting wat grooter zal zijn dan in de andere), dan baart het geen verwondering, dat de veranderingen uiterst langzaam in hun werk gaan. En al wordt dan een kunstmatig van baggerspecie gevormde heuvel eens vrij spoedig (in eenige jaren) gedeeltelijk opgeruimd, dan mag daaruit nog niet de gevolgtrekking gemaakt worden, dat een verdieping van *den geheelen zeebodem* in dezelfde mate in zoo korten tijd zou kunnen geschieden.

Zoodra men echter het strand nadert, doet zich een geheel ander

verschijnsel voor. De golven woelen, vooral bij storm, het zand los. Het kan dan gebeuren, dat het droge en het natte strand en het bovenste gedeelte van den onderzeeschen oever geheel zijn losgewoeld en in een uiterst bewegelijken toestand verkeeren. De zeebodem en het strand zijn onder dergelijke omstandigheden uiterst veranderlijk. Zoowel verplaatsingen van het zand loodrecht op de kust — waardoor b. v. het strand vermagert en de onderzeesche oever verhoogt —, als zandverplaatsingen evenwijdig aan de kust — waardoor vermageringen van het strand en den onderzeeschen oever kunnen ontstaan — kunnen dan voorkomen. De sterke werking van de golven op den zeebodem doet zich niet zeer diep gevoelen. Volgens den Ingenieur J. F. W. Conrad[1]) „mag de golfbeweging op „meerdere diepte dan 4 tot 5 M. beneden laagwater nog merkbaar „zijn, doch heeft ze daar het beschadigend vermogen verloren."

In de werking van de golven op de niet-diepe gedeelten van den zeebodem moet de verklaring gezocht worden, dat het strand en het bankengebied daarvoor zoo uiterst veranderlijk zijn.

Gaat men na, welke werking de golven op het strand hebben, dan kan een verklaring[2]) gegeven worden voor de volgende reeds meer genoemde verschijnselen:

1e. dat onder normale omstandigheden door de golven zand landwaarts wordt gevoerd,

2e. dat voor de kust één of meer ruggen ontstaan.

Waar de zeebodem zich ver onder de wateroppervlakte bevindt, heeft een golf aan weerszijden van haar kruin denzelfden vorm. De waterdeeltjes hebben ten gevolge van de golfbeweging een periodieke beweging. Tot hoeverre de golfbeweging (dus de periodieke beweging der waterdeeltjes) zich naar beneden voortplant is niet met zekerheid bekend, maar wel, dat die voortplanting zich tot groote diepte doet gevoelen.

Waar de diepte zoo gering wordt, dat de periodieke beweging der waterdeeltjes zich niet meer ongestoord naar beneden kan voortplanten, doet dit gemis aan diepte zich kennen aan den vorm van de golven. Deze worden aan de voorzijde steiler, hetgeen te verklaren is uit den tegenstand, welke de waterdeeltjes in hun periodieke beweging naar voren ondervinden. Deze tegenstand kan niet anders veroorzaakt worden, dan door een wrijving van waterdeeltjes langs den bodem, die ten gevolge zal hebben, dat zanddeeltjes naar boven gekruid worden.

---

1) Zie de verhandeling over de haven te Scheveningen.

2) Vergelijk hiermede het Handbuch der Ingenieurwissenschaften, IIIer Band, 3e Abteilung, hoofdstuk XVI § 10 en hoofdstuk XVII § 2 en § 4.

Hierdoor is het te verklaren, dat onder normale omstandigheden zand naar boven wordt gevoerd van af het punt, waar de vorm der golven zich wijzigt.

De remmende werking zal zich meer doen gevoelen op de waterdeeltjes dicht bij den bodem, dan op die welke hooger zijn gelegen, en daarom zal, zooals reeds werd opgemerkt, eerst de helling van de golf aan de voorzijde (landzijde) steil worden en zullen de bovenste waterdeelen ten slotte overstorten. Er ontstaat branding. Dit overstorten gaat met verlies aan arbeidsvermogen van beweging gepaard. Echter zal de snelheid landwaarts daardoor niet volkomen uitgeput worden en de golf zal doorloopen tegen het flauwe talud van het strand op. Dit water moet terug stroomen en zal dit doen onder de aanrollende golf door. Er zal door deze teruggaande golf ook zand worden medegevoerd, doch nu zeewaarts. Er bestaat dus een beweging van het zand uit zee naar boven en van het bovenstrand naar beneden. Waar die twee elkander het meest ontmoeten zal zand zich nederzetten. Er ontstaat op deze wijze een rug voor de kust.

Bij een enkelen storm, waarbij de zandverplaatsingen groot zijn, kan een dergelijke rug ontstaan.

Opmerking verdient, dat de ondervinding geleerd heeft, dat de ruggen, welke zich na een storm gevormd hebben als regel verder naar buiten liggen, dan die, ontstaan ten gevolge van normale omstandigheden, een verschijnsel, waarmede bovenstaande theorie geenszins in strijd is.

Een bij storm ontstane rug zal weder geleidelijk verdwijnen, doordat de golven het zand van dien rug onder normale omstandigheden in sterke mate landwaarts voeren.

De vrij sterke stroom, die, nadat de ruggen en geulen eenmaal zijn ontstaan, door de geulen trekt, werkt echter tot de instandhouding hiervan mede.

Waarom de ligging van de dieptelijn van 7 M, — N. A. P. een grooten invloed heeft op den toestand van het strand.

Voor den grooten invloed, die de ligging van de dieptelijn van 7 M. — N. A. P. op den toestand van het strand heeft, kan de volgende verklaring worden gegeven.

Eerst zij hier met een enkel woord aangestipt, waarom juist die lijn van 7 M. — N. A. P. voortdurend als maatstaf wordt aangenomen en niet die b. v. van 6 of 8 M. — N. A. P. De reden hiervoor is, dat de lijn van 7 M. — N. A. P. langs den vasten wal overal *geheel buiten het bankengebied* valt en dit bij die van 6 M. — N. A. P. niet meer het geval is. We zouden dus in plaats van de lijn van 7 M. — N. A. P. kunnen lezen „de eerste doorgaande dieptelijn van een geheel aantal meters beneden N. A. P. die doorloopend buiten het bankengebied valt."

De groote invloed op het strand van de ligging der dieptelijn van 7 M.

— *N. A. P. t. o. v. de laagwaterlijn wil dus niets anders zeggen, dan dat de breedte van het bankengebied voor de kust sterk den toestand van het strand beheerscht.*

Een breed bankengebied werkt gunstig op het strand. Aan de hand van het hierboven vermelde kan dit gemakkelijk worden verklaard, daar:

1e. een breed bankengebied ten gevolge heeft, dat de golf, tegen dat zij het strand bereikt, al zeer is gebroken en haar invloed hierop dus betrekkelijk gering is, waardoor de hoeveelheid losgewoeld zand niet zeer groot zal zijn en dus ook betrekkelijk weinig door de getijstroomen bij storm zal worden weggevoerd;[1])

2e. is er een breed bankengebied aanwezig, de kans gering zal zijn, dat bij storm het losgewoelde zand zich eerst buiten het gebied, waar de golfslag onder normale omstandigheden nog merkbaren invloed op het strand heeft, zal neerzetten. Wanneer men het strand- en bankengebied als één geheel beschouwt is dus de kans op verlies daarvan na storm gering, wanneer het bankengebied breed is. Waar men nu mag aannemen, dat men het zand, dat van het strand in het bewegelijke bankengebied terecht komt, gemakkelijk terugwint, is het duidelijk, dat een breed bankengebied gunstig op het strand werkt.

Waarom de helling van het diepere deel van den zeebodem geen direct merkbaren invloed op den toestand van het strand heeft.

De werkingen, welke den toestand van het strand beheerschen, spelen zich dus in hoofdzaak af in het voor de stranden gelegen bankengebied.

De zeebodem daarbuiten zal alleen invloed ondervinden:

1e. wanneer bij hevigen storm het losgewoelde zand medegevoerd wordt buiten het bankengebied;

2e. doordat de golven, wanneer zij zeer hoog zijn, hun opkruiende werking verder zeewaarts doen gevoelen dan onder gewone omstandigheden;

3e. doordat bij aflandigen wind de op de kust gerichte onderstroom zand naar de kust en bij aanlandigen wind de van de kust gerichte onderstroom zand van de kust voert.[2])

---

[1]) Als bewijs voor het feit, dat werkelijk de kracht van de golf veel minder is, naarmate de diepte meer uit den wal ligt, kan o. a. worden aangevoerd, dat door het naderen der diepte aan de Hondsbossche zeewering juist de golfslag hier zoo onrustbarend is toegenomen.

[2]) Het ontstaan van den onderstroom bij aflandigen wind is te verklaren, doordat deze wind het bovenwater wegvoert van den wal; niet alleen ontstaat een toestand, waarbij de waterspiegel een zekere helling aanneemt, maar is die helling eenmaal bereikt, dan wordt nog steeds het bovenwater door den wind medegevoerd. Om het tekort aan te vullen, moet een onderstroom ontstaan, die zand kan medevoeren.

Dat, in verband met de sub. 1e, 2e en 3e bedoelde werkingen, het van weinig invloed is, of de helling van den bodem nu b. v. 100 op 1 of 200 op 1 is, laat zich zeer wel hooren. Alleen is het denkbaar, dat wanneer die helling steil is (b. v. 50 op 1) de golven met iets meer kracht het bankengebied zullen bereiken en daardoor de toestand van het strand ook iets slechter zal zijn, maar deze invloed is zoo gering, dat hij niet of weinig merkbaar is.

De gevolgen van het naderen der diepte.

Alhoewel hiervoor is uiteengezet, dat de helling van het diepere deel van den zeebodem (b. v. buiten de lijn van 10 M.) geen direct merkbaren invloed op den toestand van het strand heeft, hetgeen duidelijk langs onze kusten is waar te nemen, zou toch een steil verloop hiervan zorg moeten baren, wanneer dit was toe te schrijven aan een geleidelijke uitschuring die — zoo de oorzaak er van niet wordt opgeheven — zal blijven voortduren en noodzakelijk tengevolge moet hebben, dat op den duur deze afname geschiedt ten koste van de breedte van het bankengebied.

Zoo er dus werkelijk, waar dan ook, nadering van de diepte in zee blijvend plaats heeft, zal dit zeer nadeelig gaan werken, zoodra het bankengebied hierdoor wordt afgenomen. Is dit laatste tot een zekere breedte teruggebracht, dan zullen er, wil men verderen achteruitgang van het strand stuiten, hoofden moeten worden aangelegd, wier lengte buiten de laagwaterlijn grooter zal moeten worden naarmate de diepte meer nadert en geleidelijk zullen zeer ver in zee reikende hoofden noodig worden om den achteruitgang van het strand verder te stuiten. (Vergelijk hiermede hoofdstuk XVI).

Voorloopig echter — zoolang de nadering van de diepte nog niet van invloed is op het bankengebied — zal die nadering geen zorg behoeven te baren.

XIV.

De schommelingen in hoogte onzer stranden.[1]

Algemeene opmerkingen.

Met het oog op den grooten invloed, welke de mate van schommeling in hoogte van het strand in korten tijd op de wenschelijke wijze van constructie van strandhoofden heeft, waarop o. a. uitvoerig in hoofdstuk VI werd gewezen, zal thans op die schommelingen nader worden ingegaan.

Waarnemingen, die ons direct in de gelegenheid stellen deze schommelingen op een bepaald punt te kennen, zijn er bijna niet. Toch is er uit de strandmetingen langs onze kust omtrent die wisselingen in hoogte veel te leeren en wel voor zooverre betreft ter plaatse ongeveer van de laag- en hoogwaterlijnen. Het bepalen der mate van schommeling is vrij eenvoudig voor een kustvak, dat ongeveer in evenwicht verkeert, d. w. z. dat *op den duur* noch achter- noch vooruitgaat; men zoekt dan de gemiddelde ligging van de laag- en hoogwaterlijn en gaat vervolgens na hoe groot gemiddeld de afwijking hiervan hetzij in den eenen, hetzij in den anderen zin was. Vermenigvuldigt men deze gemiddelde afwijking dan met de gemiddelde strandhelling, dan kent men de gemiddelde afwijking in hoogte van den evenwichtsstand.

Opmerking verdient echter, dat deze beschouwing niet volkomen juist is. Het gebeurt, vooral op de stranden langs den vasten wal, op de Waddeneilanden en op Goedereede toch zeer veelvuldig, dat vrij diepe slenken liggen in het natte strand en dat een rug oorzaak is, dat tijdelijk de laagwaterlijn ver naar buiten ligt; volgens de boven-ontwikkelde redeneering zou men in dit geval besluiten tot een groote hoogte van het strand ter plaatse van de gemiddelde laagwaterlijn, terwijl de kans groot is, dat daar zich dan een slenk bevindt en dus de hoogte van het strand in het geheel niet zoo belangrijk is.

---

[1]) Hierbij bijlage E en F.

Nochtans wordt gemeend, dat voor de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen, Walcheren en Schouwen, waar, zooal die slenken optreden, dit in geringe mate gebeurt, de op de boven omschreven wijze gevonden waarden vrij nauwkeurig met de werkelijkheid zullen overeenstemmen.

Voor de Hollandsche stranden is van andere waarden, n.l. de peilingen en hoogtemetingen uitgegaan, behalve voor Vlieland en Delfland, waar hierover niet beschikt kan worden en de dicht bijeengelegen hoofden genoegzamen waarborg vormen, dat zeer geprononceerde slenken op het strand niet ontstaan.

In Noord-Holland zijn over een deel, zoowel van de verdedigde als van de onverdedigde kust, uitvoerige peilingen en hoogtemetingen verricht, die zich uitstrekken tot nabij den duinvoet. Uit deze peilingen en hoogtemetingen zijn gemiddelden voor de afwijking uit den evenwichtsstand gezocht voor punten, gelegen op verschillende afstanden uit de gemiddelde laagwaterlijn. (Vergelijk hiermede hoofdstuk VIII).

De aldus gevonden waarden, de uitkomsten dus van directe hoogtemetingen, zijn voor ons doel natuurlijk betrouwbaarder dan die, welke zijn afgeleid uit de ligging der hoog- en laagwaterlijn.

Hetgeen voor de verschillende kustvakken is op te maken uit strandmetingen en peilingen, zoowel als wat ik van ter plaatse goed bekende lieden, zooals de opzichters en vaste arbeiders, die jaren lang op de stranden werkzaam waren, kon te weten komen, is hieronder opgeteekend.

Zeeuwsch-Vlaanderen.

De bovenste tabel op bl. 139 geeft een overzicht van den toestand van eenige in evenwicht verkeerende raaien in Zeeuwsch-Vlaanderen gedurende de jaren 1900—1909. [1])

Hieruit blijkt, dat de schommelingen van de strandhoogte in Zeeuwsch-Vlaanderen gering zijn; aan de hoogwaterlijn is de afwijking van de gemiddelde hoogte gemiddeld 6 c.M., aan de laagwaterlijn $5^1/_2$ c.M.

Dit komt ongeveer overeen met hetgeen ik ook ter plaatse vernam.

Zuidwestkust van Walcheren.

De tweede tabel op bl. 139 heeft betrekking op den toestand ter plaatse van eenige, in evenwicht verkeerende, raaien op de Zuid-Westkust van Walcheren gedurende de jaren 1900—1909.

De Opzichter van de Westwatering van Walcheren J. P. Blok

---

[1]) In de volgende tabellen wordt de afstand van strandpaal tot laagwaterlijn positief genoemd, wanneer de strandpaal landwaarts van de laagwaterlijn ligt en de afstand van strandpaal tot hoogwaterlijn positief, wanneer de strandpaal zeewaarts v. d. hoogwaterlijn ligt.

PLAATS VAN WAARNEMING. RAAI:	Jaren waarover de waarnemingen plaats hadden.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot hoogwaterlijn.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot laagwaterlijn.	Gemiddeld tijverschil.	Gemiddelde helling van het strand.	Gemiddelde afwijking hoogwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde afwijking laagwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de Gemiddelde hoogwaterlijn.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de Gemiddelde laagwaterlijn.
		M.	M.	dM		M.	M.	d. M.	d. M.
No. 12 Watering Cadzand.	1900—1909	13	155	36	1 : 45	2·5	3.5	0.6	0,8
No.27 Tien honderd en Zwarte.	1900—1909	298	45	36	1 : 70	6	5.5	0.9	0.8
No. 8 Groede en Baanst.	1900—1909	131	49	36	1 : 50	2	3	0.4	0.6
No. 14 id.	1900—1909	158	18	36	1 : 50	1.5	2	0.3	0,4
No. 18 Oud- en Jong Breskens.	1900—1909	125	66	36	1 : 50	4	2	0.8	0.4
No. 8 id.	1900 - 1909	119	177	36	1 : 80	6	1.5	0.7	0,2
				Gemiddeld	. . . .			0.6	0.5½

PLAATS VAN WAARNEMING. RAAI:	Jaren waarover de waarnemingen plaats hadden.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot hoogwaterlijn.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot laagwaterlijn.	Gemiddeld tijverschil.	Gemiddelde helling van het strand.	Gemiddelde afwijking hoogwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde afwijking laagwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de Gemiddelde hoogwaterlijn.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de Gemiddelde laagwaterlijn.
		M.	M.	dM		M.	M.	d. M.	d. M.
No. 30 Westwatering.	1900—1909	9	169	36	1 : 45	6.5	2	1.4	0.4
No. 35 "	1900—1909	34	112	36	1 : 40	7	4	1.7	1
No. 45 "	1900—1909	55	84	36	1 : 40	9.5	5	2.4	1.2
No. 22 Noordwatering.	1900—1909	88	45	36	1 : 35	1	1,5	0.3	0.4
				Gemiddeld	. . . .			1.4	0.7

deelde mij mede, dat zich wel een enkele maal *geulen* in het strand voordoen van 1 M. diep, maar dat vermageringen van het geheele strand bij storm niet voorkomen; wel is er eenige afname van den duinvoet en het droge strand en verhooging van het strand bij de laagwaterlijn na storm op te merken. Als regel zou men volgens dien Opzichter kunnen zeggen, dat het strand zoowat het geheele jaar

door even hoog ligt. Van vermagering in den winter bemerkt men niets.

Noordwestkust van Walcheren.

Onderstaande tabel heeft betrekking op den toestand ter plaatse van eenige in evenwicht verkeerende raaien op de Noordwestkust van Walcheren gedurende de jaren 1900—1909.

PLAATS VAN WAARNEMING. RAAI:	Jaren waarover de waarnemingen plaats hadden.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot hoogwaterlijn.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot laagwaterlijn.	Gemiddeld tijverschil.	Gemiddelde helling van het strand.	Gemiddelde afwijking hoogwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde afwijking laagwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde schommeling va[n] de strandhoogt[e] ter plaatse van [...]	
								Gemiddelde hoogwaterlijn.	Gemid[delde] laagwa[ter]lijn.
		M.	M.	dM		M.	M.	d. M.	d. M.
No. 78 Noordwatering. (even bezuiden Domburg).	1900—1909	17	110	32	1 : 40	5	9	1.2	2.2
No. 88 "	1900 - 1909	109	29	32	1 : 40	3.5	4.2	0.8	1
No. 93 "	1900 - 1909	84	73	32	1 : 50	3	3	0.6	0.6
No. 103 "	1900 - 1909	43	127	32	1 : 55	6	2	1 0	0.4
				Gemiddeld				0.9	1.0

De Opzichter van de Noord-Watering van Walcheren K. Dekker deelde mij mede, dat zeer plaatselijk bij Domburg vrij groote hoogteverschillen van het strand voorkomen, vooral ter hoogte ongeveer van 1 M. onder hoogwater. Deze verschillen zouden 70 c.M. als maximum bedragen. Op het overige strand kwamen dergelijke schommelingen niet voor.

Algemeen werd hier opgemerkt na een storm een verlaging van het strand bij de hoogwaterlijn en een verhooging bij de laagwaterlijn; voorts een algemeene verhooging van het strand bij aflandigen wind.

Schouwen.

De tabel boven op bl. 141 heeft betrekking op den toestand ter plaatse van eenige, in evenwicht verkeerende, raaien op het Noorderstrand van Schouwen.

Met behulp van de strandregisters, waaruit ook bijlage B is samengesteld, zijn gegevens te verschaffen, welke meer betrouwbaar zijn dan bovenstaande, welke toch slechts een totaal gemiddelde over 30 waarnemingen geven.

Daartoe zijn de gemiddelde afwijking van den evenwichtsstand gedurende het tijdvak 1868 - 1887 voor elk der raaien VI—XV en XVII bepaald, waardoor dus een totaal gemiddelde wordt gevonden over 220 waarnemingen.

PLAATS VAN WAARNEMING. RAAI:	Jaren waarover de waarnemingen plaats hadden.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot hoogwaterlijn.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot laagwaterlijn.	Gemiddeld tijverschil.	Gemiddelde helling van het strand.	Gemiddelde afwijking hoogwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde afwijking laagwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de	
								Gemiddelde hoogwaterlijn.	Gemiddelde laagwaterlijn.
No. 15a Rijkszeewering		M.	M.	dM		M.	M.	d. M.	d. M.
Oude Hoeve.	1900—1909	38	82	23	1 : 50	4	2.5	0.8	0.5
No. 22a id.	1900—1909	71	57	23	1 : 55	8	4.5	1.5	0.8
No. 27a id.	1900—1909	81	44	23	1 : 55	10	7	1.8	1.0
				Gemiddeld				1.4	0.9

De gemiddelde afwijking van de hoog- en laagwaterlijn van hun gemiddelde ligging was in:

Raai	VI	voor de	hoogwaterlijn	5 M.	voor de	laagwaterlijn		$7^1/_2$	M.
„	VII	„ „	„	$4^1/_2$ „	„ „	„		4	„
„	VIII	„ „	„	$4^1/_2$ „	„ „	„		$3^1/_2$	„
„	IX	„ „	„	$3^1/_2$ „	„ „	„		$3^1/_2$	„
„	X	„ „	„	$4^1/_2$ „	„ „	„		3	„
„	XI	„ „	„	$3^1/_2$ „	„ „	„		$3^1/_2$	„
„	XII	„ „	„	3 „	„ „	„		3	„
„	XIII	„ „	„	$3^1/_2$ „	„ „	„		3	„
„	XIV	„ „	„	3 „	„ „	„		2	„
„	XV	„ „	„	$3^1/_2$ „	„ „	„		$2^1/_2$	„
„	XVII	„ „	„	$3^1/_2$ „	„ „	„		$2^1/_2$	„

Daaruit volgt, dat gemiddeld op het Noorderstrand van Schouwen de ligging van de hoogwaterlijn 4 M. en van de laagwaterlijn $3^1/_2$ M. om den evenwichtsstand schommelt, hetgeen bij een helling van 1/50 overeenkomt met een gemiddelde schommeling in hoogte van het strand ter plaatse van die lijnen van respectievelijk 0.8 d.M. en 0.7 d.M

Ter plaatse was het niet mogelijk zeer veel omtrent de wisselingen van het strand te weten te komen. Al het Waterstaatspersoneel op dat eiland is er eerst sinds kort en had dus op dit punt weinig ervaring.

Delfland.

Onderstaande tabel heeft betrekking op den ter plaatse van eenige, in evenwicht verkeerende, raaien op de Delflandsche kust gedurende de jaren 1872—1899.

PLAATS VAN WAARNEMING. STRANDPAAL	Jaren waarover de waarnemingen plaats hadden.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot hoogwaterlijn.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot laagwaterlijn.	Gemiddeld tijverschil.	Gemiddelde helling van het strand.	Gemiddelde afwijking hoogwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde afwijking laagwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de Gemiddelde hoogwaterlijn.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de Gemiddelde laagwaterlijn.
		M.	M.	d. M.		M.	M.	d. M.	d. M.
No. 109	1872—1899	1	77	17	1 : 45	9	14	2	3.1
No. 108	1872 - 1899	5	69	17	1 : 37⁵	9	12	2.4	3.2
No. 107	1872—1899	19	90	17	1 : 42⁵	8	12	1.7	2 5
No. 106	1872 – 1899	10	76	17	1 : 50	8	12	1.6	2.4
No. 105	1872—1899	31	53	17	1 : 50	7	9	1.4	1.8
				Gemiddeld				1.8	2.6

De Ingenieur van Delfland deelde mij mede, dat gedurende een storm als regel het droge strand verlaagt en de onderzeesche oever verhoogt.

Noord-Holland. De in hoofdstuk VIII vervatte tabellen geven zeer betrouwbare gegevens omtrent de gemiddelde schommelingen van het strand om den evenwichtsstand, zoowel voor zooverre dit met strandhoofden is verdedigd als voor het onverdedigde gedeelte.

Ter plaatse van de laagwaterlijn vinden we (zie tabellen voorkomende in hoofdstuk VIII) voor de gemiddelde afwijking van den evenwichtsstand bij het onverdedigde strand $4^1/_2$ d.M., bij het verdedigde strand, zoowel tusschen de hoofden tusschen Callantsoog en Grooten Keeten als die benoorden Groote Keeten $2^1/_4$ d.M. Op 60 M., boven de laagwaterlijn, d.i. ongeveer ter plaatse van de hoogwaterlijn, blijkt de gemiddelde afwijking van den evenwichtsstand te zijn voor het onverdedigde strand 3 d.M., voor het met lange hoofden verdedigde strand tusschen Callantsoog en Groote Keeten 1 d. M., en voor het met korte hoofden verdedigde strand benoorden Groote Keeten $1^3/_4$ d.M.

Omdat het ons hier in hoofdzaak te doen is om een *vergelijking* tusschen de schommelingen der strandhoogte langs de verschillende deelen van onze kust, zal hier niet nader worden ingegaan op de uitvoerige peilingen en hoogtemetingen in Noord-Holland. In verband hiermede kan verwezen worden naar hoofdstuk VIII.

Vlieland. Onderstaande tabel geeft een overzicht van den toestand aan eenige ongeveer in evenwicht verkeerende raaien op Vlieland gedurende de daarachter vermelde jaren:

PLAATS VAN WAARNEMING. RAAI.	Jaren waarover de waarneningen plaats hadden.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot hoogwaterlijn.	Gemiddelde afstand van strandpaal tot laagwaterlijn.	Gemiddeld tijverschil.	Gemiddelde helling van het strand.	Gemiddelde afwijking hoogwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde afwijking laagwaterlijn van gemiddelde ligging.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de Gemiddelde hoogwaterlijn.	Gemiddelde schommeling van de strandhoogte ter plaatse van de Gemiddelde laagwaterlijn.
		M.	M,	d. M.		M.	M.	d. M.	d. M.
No. 47.	1883-1894	202	109	1.8	1:50	8	11	1.6	2.2
„ 48.	1883—1894	348	266	1.8	1:45	7	15	1.6	3.3
„ 49.	1883—1894	357	261	1.8	1:50	9	15	1.8	3.0
„ 50.	1880-1894	274	170	1.8	1:60	9	12	1.5	2.0
„ 51.	1880—1894	148	65	1.8	1;45	8	20	1.8	4.4
				Gemiddeld				1.7	3.0

De gemiddelde afwijking van den normalen stand bedraagt dus aan de hoogwaterlijn 1.7 d. M., aan de laagwaterlijn 3.0 d. M.

De vaste arbeider, die jaren lang op het Noorderstrand van Vlieland werkzaam is, en wiens opgaven zeer betrouwbaar schijnen te zijn, deelde mij mede, dat ter hoogte van de hoogwaterlijn de *maximum*-schommelingen in strandhoogte bedragen ongeveer 50 c.M., ter hoogte van de laagwaterlijn 1 M.

Bij langdurigen sterken aanlandigen wind neemt het strand af, bij aflandigen wind neemt het toe.

Overzicht van de grootte der schommelingen van het strand op verschillende plaatsen.

Uit het bovenstaande blijkt, dat de gemiddelde afwijking van de normale hoogte van het strand is ter plaatse van de gemiddelde hoog- en laagwaterlijn respectievelijk:

In Zeeuwsch-Vlaanderen tusschen de hoofden. .	0.6 d.M.	0.55 d.M.
Op de Zuidwestkust van Walcheren tusschen de hoofden of op het onverdedigd strand . . .	1.4 d M.	0.7 d.M.
Op de Noordwestkust van Walcheren tusschen de hoofden	0 9 d.M.	1.0 d.M.
Op de Noordkust van Schouwen tusschen de hoofden	0.8 d.M.	0.7 d.M.
Tusschen de Delflandsche hoofden	1.8 d.M.	2.6 d.M.
Tusschen de lange hoofden tusschen Callantsoog en Groote Keeten	1.0 d.M.	2.25 d.M.
Op het onverdedigde Noord-Hollandsche strand .	3 d.M.	4.5 d.M.
Tusschen de hoofden op Vlieland.	1.7 d.M.	3.0 d.M.

De gemiddelde schommelingen (gelijk aan 2-maal de gemiddelde afwijking) van het strand zijn dus benoorden den Hoek van Holland veel aanzienlijker dan op de Zeeuwsche eilanden. Hetzelfde geldt waarschijnlijk ook voor maximum schommelingen, welke uit den aard der zaak grooter zijn, dan de gemiddelde.

Nadere beschouwingen, omtrent de schommelingen van een strand.

Alle bovenstaande beschouwingen omtrent de schommelingen van het strand zijn afgeleid uit metingen, die eens per jaar gedaan zijn, veelal telkens ongeveer in denzelfden tijd van het jaar. Zij zijn zeer geschikt om ons een inzicht te doen krijgen in de onderlinge verhouding dier schommelingen op de verschillende deelen der kust ter plaatse van de hoog- en laagwaterlijn; de in Noord-Holland gedane uitvoerige peilingen leeren ons zelfs, hoe bij kustvakken, al en niet door hoofden verdedigd, het strand op een groot aantal punten tusschen hoog en laagwaterlijn schommelt en hoe de hoofden het bovenstrand in rust houden. Maar deze strandmetingen en peilingen zijn niet in staat ons aan te toonen of de vermageringen juist bij storm, en de meer gunstige perioden in de goede jaargetijden voorkomen.

Voorts leerden wij omtrent de strandstanden niets kennen dan de gemiddelde afwijking van den gemiddelden stand; gevolgtrekkingen omtrent de maximum-afwijkingen in hoogte en de veelvuldigheid van het voorkomen van afwijkingen boven een zeker bedrag, mag men zeker, om redenen op bl. 137 uiteengezet, uit de strandmetingen niet trekken, daar juist bij sterke afwijkingen de kans op een abnormale helling van het strand zeer groot is.

Tweemaandelijksche metingen van de hoogte der Noord-Hollandsche strandpalen boven het strand.

Van 1 Januari 1901—31 December 1907 werd in Noord-Holland de hoogte van alle strandpalen en hulpstrandpalen boven het strand om de 2 maanden gemeten. Deze metingen stellen ons in staat omtrent de boven opgesomde, nog duister gebleven, punten eenig inzicht te krijgen. Met behulp ervan is opgemaakt een staat (bijlage E), waarin zijn verzameld de grootste af- en toenamen in twee maanden tijds, met vermelding telkens van het twee-maandelijksch tijdvak, waarin die grootste af- en toename plaats had. Uit dezen staat blijkt, dat voor de meeste plaatsen de maximum-afname in het najaar en den winter — de jaargetijden der stormen — voorkwam. De maximum-toenamen waren voor de verschillende plaatsen vrij regelmatig over het jaar verdeeld. Dit geeft reeds een aanwijzing, dat werkelijk stormen in hoofdzaak de vermageringen van het strand doen ontstaan.

Voor een 10-tal strandpalen (zie bijlage F) is uit de schommelingen in 2 maanden tijds over het tijdvak 1901—1907 nagegaan hoe vaak toenamen en afnamen van 0—20 c.M., van 21—40 c.M., van na 41—60 cM.,v 61—80 c.M., van 81—100 c.M., en van meer dan

100 c.M., voorkwamen. Hoe de 10 palen t. o. v. de laagwaterlijn gelegen zijn, staat onder de tabel vermeld. Er blijkt uit dat van het aantal waargenomen schommelingen er bedroegen.

0— 20 c.M.	51 %
21— 40 c.M.	$26^1/_2$ %
41 - 60 c.M.	$13^1/_4$ %
61— 80 c.M.	$4^1/_4$ %
81—100 c.M.	3 %
Meer dan 100 c.M	2 %

Oude metingen voor de Hondsbossche en Pettemer Zeewering.

Omtrent de wisselingen in strandhoogte voor de Hondsbossche en Pettemer zeewering zijn beschouwingen en cijfers te vinden in de „Verhandeling over de Hondsbossche Zeewering" door J. F. W. Conrad Door een voorbeeld wordt hierin aangetoond, dat een ongunstige toestand van het strand na langdurige en hevige stormvloeden, binnen een betrekkelijk kort tijdsverloop ten goede kan veranderen. Met behulp van cijfers, in die verhandeling te vinden, is de volgende tabel samengesteld, houdende overzicht van het verschil in ligging van het strand tusschen de hoofden der Hondsbossche Zeewering in c.M. van

1º. den 28n October 1862 tot den 28n Januari 1863, dat is vóór en na de stormvloeden van 19 December 1862—20 Januari 1863.
2º. den 28n Januari tot den 28n October 1863.

Gemiddelde der Peilraaien.	Verschil in strandhoogten op den 28n October 1862 en den 28n Januari 1863. in c. M.					Verschil in strandhoogten op den 28n Januari 1863 en den 28n October 1863. in cM.				
	Bij het paalwerk.	3 M. buiten het paalwerk	Bij den nummer paal.	20 M. buiten den nummer paal.	40 M buiten den num. mer paal.	Bij het paalwerk.	3 M. buiten het paalwerk	Bij den nummer paal.	20 M. buiten den nummer paal.	40 M. buiten den nummer paal.
1— 4	— 10	— 17	— 61	— 38	— 35	+ 28	+ 41	+ 53	+ 34	+ 35
5— 8	— 25	— 52	— 49	— 33	— 42	+ 34	+ 34	+ 52	+ 25	+ 25
9—18	— 41	— 59	— 73	— 39	— 39	+ 53	+ 64	+ 87	+ 36	+ 16
19—22	— 24	— 29	— 53	— 19	— 26	+ 60	+ 67	+ 99	+ 42	+ 34

De hoogwaterlijn was gelegen zeewaarts van de lijn gaande door de nummerpalen en landwaarts van die gelegen 3 M. buiten het paalwerk.

Conclusiën.

Vult men hetgeen in dit hoofdstuk omtrent de schommelingen in

hoogte der Nederlandsche stranden geleerd wordt, aan met het vermelde in hoofdstuk VIII, dan liggen de onderstaande gevolgtrekkingen voor de hand.

1⁰. De schommelingen der Zeeuwsche stranden zijn veel geringer dan die benoorden den Hoek van Holland. De gemiddelde afwijking van den evenwichtsstand bedraagt bij de eerstgenoemde stranden nog niet de helft van die bij de laatstgenoemde.

2⁰. De schommelingen van het strand tusschen de hoofden op Vlieland schijnen nog iets grooter te zijn dan die tusschen de Delflandsche en Noord-Hollandsche hoofden.

3⁰. Heftige stormen doen de stranden afnemen. Wanneer een strandverdediging aanwezig is, beperkt die afname zich tot het strand en de onderzeesche oever verhoogt in dat geval veelal tijdens een storm.

4⁰. Aflandige winden hebben langs al onze kusten een verhooging van het strand ten gevolge; aanlandige winden slepen strandvermageringen met zich.

5⁰. Zeer sterke plotselinge strandvermageringen hebben als regel meer plaats in den herfst en den winter dan in de lente en den zomer.

6⁰. Alhoewel het aan het Noord-Hollandsche strand voorkomt, dat in twee maanden tijds de verandering van hoogte wel 1 M. en meer bedraagt, behooren toe- of afnamen van meer dan 60 c.M. in een zoo kort tijdsverloop tot de uitzonderingen; ruim de helft der schommelingen bedraagt niet meer dan 20 c. M., meer dan drie kwart niet meer dan 40 c. M.

7⁰. De gemiddelde afwijking van den evenwichtsstand voor de verschillende punten van het onverdedigde strand is in Noord Holland van 35 M. buiten de laagwaterlijn tot aan die lijn 4 à 5 d. M., en neemt van daar naar boven geleidelijke af, zoodat zij bij de hoogwaterlijn ongeveer 3 d. M. bedraagt.

8⁰. Tusschen de hoofden benoorden Groote Keeten, die tot 35 M., zoowel als die bezuiden de Groote Keeten, welke tot ongeveer 60 M. buiten de meest inscharende gedeelten van de laagwaterlijn reiken, vermindert de gemiddelde afwijking van den evenwichtsstand van 35 M. buiten de laagwaterlijn tot die lijn van $4^1/_2$ d. M. tot ruim 2 d. M., en van daar naar de hoogwaterlijn tot 1 à $1^1/_2$ d. M.

9⁰. Eveneens worden schommelingen van de gemiddelde hoogte van het strand over *de geheele breedte*, gemeten van 35 M. buiten de laagwaterlijn tot 80 M. daarbinnen, door hoofden sterk verminderd (de gemiddelde afwijking van de normale gemiddelde hoogte van het strand over 24 op onderlingen afstand van 5 M. gelegen punten in bepaalde raaien, bedroeg voor het onverdedigde strand 2.4 d.M., voor het verdedigde ongeveer 1.6 d.M.), zoodat niet alleen de hoofden het ontstaan van *plaatselijke* verdiepingen (slenken) of verhoogingen

(ruggen) tegengaan, maar eveneens plotselinge sterke vermageringen van het *geheele* strand.

10°. Uit het sub. 8 en 9 vermelde volgt, dat strandhoofden de schommelingen in hoogte over de geheele breedte van het strand verminderen.

11°. Er bestaat een groot verschil tusschen de gemiddelde afwijking van de normale hoogte van het verdedigde, zoowel als het onverdedigde strand *over zijne geheele breedte* als één geheel beschouwd, met het *gemiddelde* van de gemiddelde afwijkingen van de normale hoogten van de afzonderlijke punten *op regelmatig verspringende afstanden uit de laagwaterlijn*. Dit wijst er op, dat de schommelingen van een bepaald punt veel aanzienlijker zijn dan die van het geheele strand, dus dat de toe- of afnamen van het strand over de geheele breedte onregelmatig geschieden; dit heeft ten gevolge dat de standhelling over de geheele breedte lang niet altijd dezelfde is, hetgeen o. a. verband houdt met de veelvuldig voorkomende slenken in- en ruggen op het strand.

12°. De ongunstige toestand van het strand na langdurige en hevige stormvloeden kan binnen een betrekkelijk kort tijdsverloop ten goede veranderen.

XV.

Helling onzer stranden.

Algemeene opmerkingen omtrent de helling onzer stranden.

Bij den aanleg van een strandverdediging, die bijna altijd plaats heeft op een achteruitgaand strand, is het noodig te weten, welke helling op den duur, na den aanleg der hoofden, zoowel het natte als het droge strand zal verkrijgen. Met het oog op de keuze van het lengteprofiel der hoofden is deze wetenschap van het grootste belang.

De eerste vraag, die bij het vaststellen van die te verwachten strandhelling rijst, is, of van een, onder ongeveer dezelfde omstandigheden verkeerend, strand een gedeelte dat uit zichzelf in evenwicht verkeert, onder dezelfde helling staat als een ander gedeelte, dat door een strandverdediging in evenwicht moet worden gehouden.

Tot beantwoording dier vraag is nagegaan de helling van het uit nature in evenwicht verkeerende strand in Noord-Holland en die van het strand, zooals dit ontstaan is tusschen de hoofden benoorden Groote Keeten. Zeer merkwaardig is nu, dat wanneer men beide gemiddelde strandprofielen teekent, zij bijna volkomen samenvallen.

Eveneens blijkt het natte strand tusschen de Delflandsche hoofden bijna volmaakt dezelfde breedte te hebben als het overige onverdedigde strand in Zuid-Holland, ten minste wanneer men de ongeveer in evenwicht verkeerende kustgedeelten beschouwt.

Het is dus benoorden Hoek van Holland bij een in evenwicht verkeerend strand, met het oog op de *helling* van het strand, een onverschillige zaak, of dit al of niet met hoofden wordt verdedigd.

Dit gaat geenszins op voor de stranden langs steile oevers (Zeeuwsch-Vlaanderen en de Zuid-Westkust van Walcheren), waaromtrent in hoofdstuk I, II en III bijzonderheden zijn medegedeeld en beschouwingen zijn gegeven. Dit soort stranden zal met het oog op het in die hoofdstukken, in bijzonderheid in hoofdstuk III, medegedeelde, nu buiten beschouwing blijven, zoodat hieronder alleen sprake

zal zijn van stranden langs flauw hellende onderzeesche oevers.

Omtrent de verschillende kustvakken zij het volgende medegedeeld.

Noord-Westkust van Walcheren.

Voor de Noord-Westkust van Walcheren geeft de onderstaande tabel eenige bijzonderheden omtrent een 5-tal raaien, waar het strand *ongeveer in evenwicht* verkeert.[1])

Nummer van de raai.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
78	1900—1909	128 M.	31 M.	2.2 M.	1:15
88	id.	139 „	18 „	1.3 „	1:15
93	id.	157 „	25 „	1.9 „	1:12½
98	id.	169 „	17 „	1.4 „	1:12½
103	id.	170 „	30 „	1.9 „	1:15
Gemiddeld		153 M.	24 M.	1.7 M.	1:14

Schouwen.

Van de kust van den Westeren Ban van Schouwen ging een gedeelte in de laatste 8 jaren *sterk achteruit.* De onderstaande tabel geeft een overzicht van de strandbreedte en de hoogte van den duinvoet gedurende dien tijd in eenige raaien.

Nummer van de raai.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
14	1902—1909	119	44	1.6	1:27½
19	id.	87	20	1.4	1:15
24	id.	126	39	2.2	1:17½
Gemiddeld		111	34	1.7	1:20

Het strand voor de Rijkszeewering aan de Oude Hoeve was gedurende dien tijd *vrijwel in evenwicht.* Onderstaande tabel geeft een overzicht van de strandbreedte en de hoogte van den duinvoet gedurende dien tijd in eenige raaien.

---

[1]) De in dit hoofdstuk opgenomen tabellen zijn samengesteld met behulp van de Registers voor strandmeting.

Nummer van de raai.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
8a	1900–1909	126	39	1.6	1 : 25
15a	id.	120	32	1.5	1 : 20
22a	id.	128	37	1.5	1 : 25
27a	id.	125	42	1.3	1 : 30
Gemiddeld		125	37	1.5	1 : 25

Zoowel de breedte van het achteruitgaande natte als droge strand blijkt geringer te zijn dan van het in evenwicht verkeerende.

Goedereede. Hetzelfde blijkt nog duidelijker op het eiland Goedereede, waar aan de hand van onderstaande tabellen vergelijkingen zijn te maken, voor het over zekeren tijd matig vooruitgaand, in evenwicht verkeerend en achteruitgaande strand.

Raai 17—19 *matig aanwinnend.*

Nummer van de raai.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
17	1880–1899	136	173	2.1	1 : 80
18	id.	123	212	2.2	1 : 95
19	id.	128	169	2.2	1 : 75
Gemiddeld		129	185	2.2	1 : 83

Raai 22—23 *in evenwicht verkeerend.*

Nummer van de raai.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
22	1882–1899	101	43	2.2	1 : 20
23	id.	117	47	2	1 : 22½
Gemiddeld		109	45	2.1	1 : 21

Raai 25—32 *sterk achteruitgaand.*

Nummer van de raai.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
25	1906—1909	67	22	1.4	1 : 15
26	1905—1909	68	37	2.25	1 : 17½
27	id.	81	28	1.7	1 : 17½
28	id.	76	33	1.6	1 : 20
29	1900—1909	79	19	1.3	1 : 15
30	id.	74	22	1.2	1 : 17½
31	id.	72	21	1.2	1 : 17½
32	id.	75	23	1.4	1 : 17½
Gemiddeld [1].		74	26	1.5	1 : 17

De vaste wal bezuiden IJmuiden

Bezuiden IJmuiden waren gedurende de jaren 1872—1899 vier gedeelten van het onverdedigde strand *ongeveer in evenwicht:*

1º. van paal 59 tot 69.

2º. bij paal 80.

3º. bij paal 86.

4º. van paal 99—100.

Eenige cijfers omtrent het strand gedurende dien tijd op die plaatsen zijn op bl. 152 in een tabel samengevat.

Uit deze cijfers kan besloten worden, dat bezuiden Ymuiden de breedte van het in evenwicht verkeerende natte onverdedigde strand ongeveer is 77 M. Neemt men aan een tijverschil van 1.60 M. tusschen den Hoek van Holland en IJmuiden, dan blijkt de helling van het natte strand te zijn bijna 1 : 50.

Voor de helling van het in evenwicht verkeerende droge strand mag men aannemen 1 : 25 en voor de hoogte van den duinvoet ongeveer 2 M. + V.Z.

Ter plaatse van de Delflandsche hoofden, voor zooverre het strand hier van 1872—1899 ongeveer in evenwicht verkeerde, vindt men

[1]) Opmerking verdient, dat overal waar gemiddelden gezocht zijn van verschillende gemiddelden, ieder gevonden uit een verschillend aantal waarnemingen, bij het bepalen van de eerstbedoelde gemiddelden aan laatstbedoelde gemiddelden waarden zijn toegekend, evenredig met het aantal waarnemingen, waaruit ze zijn bepaald.

Nummer van den paal.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
59	1872—1899	70	43	1.8	1 : 24
60	id.	68	44	1.8	1 : 24
61	id.	79	44	1.9	1 : 23
62	id.	78	49	1.9	1 : 26
63	id.	78	54	2	1 : 27
64	id.	88	55	2.1	1 : 26
65	id.	84	48	2	1 : 24
66	id.	76	56	2.2	1 : 25
67	id.	81	39	2.1	1 : 19
68	id.	76	39	1.9	1 : 21
69	id.	79	45	1.9	1 : 24
80	id.	68	45	1.7	1 : 26
86	id.	81	45	2	1 : 22
99	id.	76	57	2	1 : 28
100	id.	74	46	—	—
Gemiddeld		77	47	bijna 2 M.	1 : 24

voor de breedte van het natte strand bij de strandpalen 105, 106, 107, 108, 109, 110 en 116 respectievelijk: 84, 86, 72, 65, 77, 75 en 77 M. of gemiddeld ruim 75 M.

Een groot gedeelte van de kust bezuiden IJmuiden verkeerde gedurende de jaren 1872—1899 in *langzaam vooruitgaanden* toestand. Voor de raaien, waarin per jaar de duinvoet gemiddeld meer dan 1 M. aanwon, is op bl. 153 een overzicht gegeven van de verschillende op het strand betrekking hebbende maten.

Herhaald moet worden, dat de vooruitgang van dit strandgedeelte slechts langzaam was, zoodat het geen verwondering baart, dat de cijfers betreffende de strandbreedte niet noemenswaard afwijken van die voor de plaatsen, waar het strand ongeveer in evenwicht was.

Bezuiden IJmuiden ging het onverdedigde strand bij de strandpalen 103 en 104 sterk achteruit gedurende de jaren 1872—1889. Respectievelijk bedroeg de achteruitgang van den duinvoet daar ter plaatse

Nummer van den paal.	Jaren, waarover de verschillende waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
73	1872—1899	73	44	2	1 : 20 à 25
84	id.	70	41	1.9	1 : 20 à 25
85	id.	73	41	2	1 : 20
87	id.	65	55	1.8	1 : 30 à 35
92	id.	77	55	2.2	1 : 25
94	id.	79	56	2	1 : 25 à 30
Gemiddeld		73	49	2	1 : 25

gemiddeld per jaar in dien tijd 3 M. en 4 M., *de breedte van het natte strand* 68 M. en 78 M. *gemiddeld 73 M., de breedte van het droge strand* 19 M. en 29 M. *gemiddeld 24 M., de hoogte van den duinvoet 15 dM. + V. Z.* en *15 dM. + V. Z.*, dus *gemiddeld 15 d.M. + V. Z.* en de *helling van het droge strand gemiddeld 1 op 16.*

Het natte strand was dus niet noemenswaard smaller gedurende dezen tijd hier ter plaatse, waar het zeer sterk achteruitging, dan elders in Zuid-Holland, waar het strand in evenwicht verkeerde of vooruitging, het droge strand was echter aanmerkelijk steiler en de duinvoet lager.

De vaste wal benoorden IJmuiden.

Benoorden IJmuiden waren gedurende de jaren 1872—1899 drie gedeelten van de kust *ongeveer in evenwicht*:

1º. van paal 2 tot 3;

2º. bij paal 14;

3º. van paal 43 tot 49.

Eenige cijfers omtrent het strand gedurende dien tijd op die plaatsen zijn op bl. 154 in een tabel samengevat.

Uit deze cijfers kan besloten worden, dat benoorden IJmuiden de breedte van het natte, in evenwicht verkeerende, onverdedigde strand ongeveer is 55 à 60 M.

Wanneer men het tijverschil aanneemt op 1.25 M. dan is de helling ongeveer 1 : 45. Evenzoo is uit bovenstaande cijfers af te leiden, dat men voor de gemiddelde helling van het in evenwicht verkeerende droge

Nummer van den paal.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
2	1872—1899	53	42	1.9	1 : 22
3	id.	56	39	1.9	1 : 21
14	id.	56	45	2.1	1 : 21
43	id.	56	44	1.8	1 : 24
44	id.	58	45	1.8	1 : 25
45	id.	59	40	1.8	1 : 22
46	id.	59	42	1.8	1 : 22
47	id.	58	41	1.7	1 : 25
48	id.	57	36	1.8	1 : 20
49	id.	58	38	1.8	1 : 21
Gemiddeld		57	41	1.8	1 : 23

strand kan aannemen 1 : 22½ [1]) en dat de in evenwicht verkeerende duinvoet ligt op nog geen 2 M. boven H. W.

Zeer opvallend is hoe weinig de in bovenstaande tabel vervatte cijfers, die toch gedeeltelijk betrekking hebben op vrij ver uit elkaar gelegen strandgedeelten, uiteenloopen.

Benoorden IJmuiden waren gedurende de jaren 1872—1899 vijf gedeelten van de kust, die per jaar *gemiddeld meer dan 1 M. achteruit gingen:*

1°. van paal 5—11.
2°. „ „ 16—19.
3°. „ „ 27—30.
4°. „ „ 32—33.
5°. bij paal 51.

Eenige cijfers omtrent het strand gedurende dien tijd op die plaatsen zijn op bl. 155 in een tabel samengevat.

Zoowel de helling van het droge als van het natte strand is in Noord-Holland vrij wel dezelfde langs de, in evenwichtstoestand verkeerende, kust als op de achteruitgaande. De hoogte van den duin-

[1]) Opgemerkt moet worden, dat echter het droge strand nabij de hoogwaterlijn onder een flauwere helling ligt dan bij den duinvoet.

Nummer van den paal.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
5	1872—1899	58	32	1.6	1 : 20
6	id.	59	34	1.7	1 : 20
7	id.	66	35	1.7	1 : 20
8	id.	65	34	1.8	1 : 20
9	id.	63	35	1.5	1 : 25
10	id.	61	33	1.3	1 : 30
11	id.	67	29	1.5	1 : 20
16	id.	53	38	1.7	1 : 20
17	id.	52	34	1.6	1 : 20
18	id.	54	47	1.9	1 : 25
19	id.	63	39	1.7	1 : 25
27	id.	58	36	1.4	1 : 25
28	id.	64	35	1.6	1 : 20
29	id.	65	33	1.5	1 : 20
30	id.	61	31	1.6	1 : 20
32	id.	49	37	1.7	1 : 20
33	id.	54	41	1.7	1 : 25
51	id.	54	34	1.7	1 : 20
Gemiddeld		59	35	1.6	1 : 22

voet bedraagt echter langs de in evenwicht verkeerende kust ongeveer 1.8 M. + V. Z., langs de achteruitgaande 1.6 M. + V. Z.

Noordweststrand van Texel.

Een voorbeeld van een *sterk toenemend* strand vormde gedurende de tweede helft der vorige eeuw het Westerstrand van Texel. Omtrent eenige raaien zijn in de bovenste tabel op bl. 156 bijzonderheden medegedeeld.

De helling van het natte strand blijkt geweest te zijn gemiddeld 1 : 95; die van het droge strand was ook flauw en dit strand zelf was zeer breed. De laagwaterlijn ging in den beschouwden tijd gemiddeld 250 M. dat is $6^2/_3$ M. per jaar. naar buiten.

Nummer van den paal.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Tijverschil.	Helling van het natte strand.	Mate van zeewaarts zich bewegen der laagwaterlijn.
19	1850—1887	104	1 23	1:85	± 250
21	id.	120	1.25	1:95	± 350
23	id.	123	1.26	1:100	± 250
25	id.	133	1.27	1:100	± 200
27	id.	128	1.29	1:100	± 150
29	id.	122	1.31	1:95	± 300
	Gemiddeld			1:95	250 M.

Noorderstrand van Vlieland. Omtrent het met hoofden verdedigde Noorderstrand van Vlieland, dat *nog niet geheel in evenwicht verkeert*, geeft de volgende tabel een overzicht van de verschillende maten, op het strand betrekking hebbende:

Nummer van den paal.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
51	1900—1909	95	64	2.3	1:27½
50	id.	95	59	2.1	1:27½
49	id.	90	56	2.3	1:25
48	id	95	51	2.2	1:22½
47	id.	89	47	2 2	1:22½
46	id.	92	55	1.9	1:30
45	id.	94	49	2.2	1:22½
44	id.	86	47	2.3	1:20
43	id.	84	57	1.9	1:30
Gemiddeld		91	54	2.2	1:25

Bij de strandpalen 47, 48 en 49 was er gedurende de jaren 1883—1894 en bij paal 50 en 51 gedurende de jaren 1880—1894 vrijwel een evenwichtstoestand. In dit tijdsverloop bedroeg de gemiddelde breedte van het natte strand bij die palen respectievelijk 93, 82, 96, 104 en

83 M. of gemiddeld 92 M. Dit komt zeer goed overeen met hetgeen hierboven, als gevonden voor de gemiddelde breedte gedurende de laatste 10 jaren, vermeld werd.

Voor den aanleg der hoofden ging het Noorderstrand van Vlieland *sterk achteruit.* In onderstaande tabel zijn omtrent dit achteruitgaande strand eenige bijzonderheden vermeld.

Nummer van den paal.	Jaren, waarover de gemiddelde waarnemingen werden genomen.	Gemiddelde breedte van het natte strand.	Gemiddelde breedte van het droge strand.	Gemiddelde hoogte van den duinvoet boven Volzee.	Gemiddelde helling van het droge strand.
45	1859—1866	76	41	1.1	1 : 37⁵
46	1859—1867	91	27	1.1	1 : 25
47	1859—1869	76	41	1.2	1 : 35
48	1859—1874	77	15	0.9	1 : 17⁵
49	1859—1876	82	40	1.1	1 : 37⁵
50	1859—1879	92	41	1.3	1 : 30
Gemiddeld		86	34	1.1	1 : 30

Het achteruitgaande natte strand blijkt een weinig, het droge strand véél smaller te zijn dan het in evenwicht verkeerende; de hoogte van den voet van het achteruitgaande duin is veel geringer bij het achteruitgaande dan bij het in evenwicht verkeerende strand.

De tabel op bl. 158 geeft een algemeen overzicht over de afmetingen van onze stranden. *Algemeen overzicht.*

Aan de hand van deze tabel en hetgeen hiervoor is medegedeeld, zijn de volgende conclusiën te trekken: *Conclusiën.*

1°. De gemiddelde helling, over langere perioden der, in evenwicht verkeerende, natte stranden bezuiden den Hoek van Holland is niet alleen voor de verschillende kustvakken nogal uiteenloopend (Walcheren 1 : 50, Schouwen 1 : 55 en Goedereede 1 : 62½), maar de verschillen voor de dicht bijeen gelegen raaien op eenzelfde kustvak zijn vaak ook groot (Walcheren gemiddelde breedte van het strand in raai 78: 128 M., in raai 103: 170 M.).

2°. In tegenstelling hiermede loopen de gemiddelde hellingen over langere tijdsverloopen der, geheel of bijna in evenwicht verkeerende, natte stranden benoorden den Hoek van Holland niet alleen voor de verschillende kustvakken zeer weinig uiteen (vaste wal bezuiden IJmuiden 1 : 45, benoorden IJmuiden 1 : 45, Vlieland 1 : 50), maar ook

	Toestand waarin zich het strand bevindt.	Natte strand.			Droge strand.		
		Breedte.	Tijverschil.	Helling.	Breedte.	Hoogte duinvoet.	Helling.
		M.	M.		M.	M.	
Noord-Westkust Walcheren.	In evenwicht of langzaam achteruitgaand. Verdedigd.	153	3.20	1:50	24	1.7	1:14
Schouwen Westeren Ban.	Sterk achteruitgaand. Onverdedigd.	111	2.30	1:47½	34	1.7	1:20
SchouwenRijkszeewering OudeHoeve.	In evenwicht. Verdedigd.	125	2.30	1:55	37	1.5	1:25
Goedereede.	Matig aanwinnend. Onverdedigd.	129	1.75	1:75	185	2.2	1:83
	In evenwicht. Onverdedigd.	109	1.75	1:62½	45	2.1	1:21
	Sterk achteruitgaand. Onverdedigd.	74	1.75	1:42½	26	1.5	1:17
Bezuiden IJmuiden.	In evenwicht. Onverdedigd.	77	1.60	1:47½	47	bijna 2	1:24
	In evenwicht. Verdedigd.	75	1.70	1:45			
	Sterk achteruitgaand. Onverdedigd.	73	1.70	1:42½	24	1.5	1:16
	Langzaam vooruitgaand. Onverdedigd.	73	1.60	1:45	49	2	1:25
Benoorden IJmuiden.	In evenwicht. Onverdedigd.	55 à 60	1.25	1:45	39	1.8	1:22½
	Langzaam achteruitgaand. Onverdedigd.	59	1.25	1:45	35	1.6	1:22
Texel.	Zeer sterk toenemend. Onverdedigd.	122	1.25	1:95			
Vlieland.	Bijna in evenwicht. Verdedigd.	91	1.80	1:50	54	2.2	1:25
	Id.	92	1.80	1:50			
	Onverdedigd. Sterk achteruitgaand.	86	1.80	1:47½	34	1.1	1:30

voor de verschillende raaien van eenzelfde kustvak zijn ze nagenoeg gelijk.

3°. De helling van het achteruitgaande natte strand is bezuiden den Hoek van Holland aanmerkelijk steiler dan van het in evenwicht verkeerende of vooruitgaande; benoorden den Hoek van Holland heeft het op de helling van het natte strand weinig invloed of dit strand voor- of achteruitgaat.

Het grootste verschil in gemiddelde helling werd daar geconstateerd op Vlieland, waar vóór den aanleg der hoofden, toen het strand nog *zeer* sterk achteruitging de breedte van het natte strand 5 °/₀ minder bedroeg dan tegenwoordig, terwijl op Goedereede het verschil in helling tusschen het achteruitgaande en in evenwicht verkeerende strand ongeveer 30 °/₀ bedraagt.

Alleen het zeer abnormale strand van Texel, dat sterk aanwon en bezuiden waarvan zich tot ver in zee banken bevinden en waarvoor de diepte in zee zeer gering is, had een helling, die zeer van de normale afwijkt.

4°. Uit een en ander blijkt, dat het natte strand benoorden den Hoek van Holland een overwegende neiging heeft om onder een zeer bepaalde helling te gaan staan en dat de toestand, waarin het strand verkeert, op die helling van slechts geringen invloed is; alleen wanneer het strand zeer sterk achteruitgaat, staat het *iets* steiler dan onder normale omstandigheden.

Bezuiden den Hoek van Holland is dit geheel anders en blijkt er van een overheerschende neiging van het strand, om zich onder een bepaalde helling te richten, niets.

Dit groote verschil is wel daaraan toe te schrijven, dat benoorden den Hoek van Holland het strand overal ongeveer in dezelfde omstandigheden verkeert, en er met name dikwijls stormvloeden voorkomen, die, zoo het strand al geleidelijk bij goed weer een afwijkenden stand heeft aangenomen, weder de normale helling te weeg brengen; met een en ander houden verband de groote schommelingen van strandhoogte over dit deel der kust.

In Zeeland en op de Zuid-Hollandsche eilanden verkeert ieder kustvak onder zijn eigenaardige verhoudingen, die tengevolge hebben dat de werkingen op het strand zeer verschillend zijn. Het ééne kustvak ligt zeer beschermd, het andere minder en dit kan niet nalaten zijn invloed te hebben op de helling van het strand. De wijziging, door stormvloeden in den oogenblikkelijken stand van het strand gebracht, is bovendien zooveel kleiner, daar de golven meer zijn gebroken tegen dat ze de kust bereiken, waardoor een afvlakking van het strand na storm hier minder dan in het Noorden plaats

heeft; hiermede houden ook verband de geringe schommelingen van de strandhoogte op dit gedeelte van de kust.

5°. De helling van het droge strand beoorden den Hoek van Holland bedraagt als regel gemiddeld ongeveer $^1/_{25}$, waarbij moet opgemerkt worden, dat de helling nabij de hoogwaterlijn flauwer is dan bij den duinvoet, de hoogte van den duinvoet van het in evenwicht verkeerende strand ongeveer 2 M. + V. Z. Gaat een strand achteruit, dan ligt de duinvoet aanmerkelijk lager, en alhoewel de helling van het droge strand daarbij niet veel verandert, is dit strand dan toch veel minder breed.

6°. Hetzelfde geldt ook voor de droge stranden bezuiden den Hoek van Holland, met dit onderscheid, dat de helling van het achteruitgaande droge strand wat steiler, van het vooruitgaande wat flauwer is, dan van het in evenwicht verkeerende.

XVI.

De werking van strandhoofden; hun afstand in verband met hunne lengte; verschillende systemen van verdediging van een kustvak.

De getijstroomen zijn de vijanden onzer aangevallen stranden.

Bij stormen wordt de onderzeesche oever tot op zekere diepte en bovendien het geheele natte en het droge strand door de golven losgewoeld en het zand gedeeltelijk als het ware in het water opgelost.

De voorzijde (landzijde) der aanrollende golven gaat, tengevolge van de wrijving van den zeebodem, steil staan en de bovenste waterdeeltjes zullen ten slotte overstorten. Echter zal de snelheid landwaarts daardoor niet volkomen uitgeput worden en de golf zal doorloopen tegen het flauwe talud van het strand op. Dit water moet terugstroomen en zal dit doen onder de volgende aanrollende golf door. Door deze teruggaande golf zal nu bij storm een groote hoeveelheid van het losgewoelde zand worden medegevoerd in zeewaartsche richting. Zoo er nu geen getijstroomen bestonden, of zoo deze onschadelijk gemaakt worden door den aanleg van strandhoofden, dan kan dit zeewaarts gevoerde zand niet zijdelings verplaatst worden en het is in dit geval niet anders denkbaar, dan dat tengevolge van de verlaging van het bovenstrand, de onderzeesche oever verhoogt. [1])

De getijstroomen, die bij storm gewoonlijk zeer sterk optreden, doen groote zandverplaatsingen ontstaan, die een sterke strandafname ten gevolge kunnen hebben.

Wanneer er geen getijstroomen waren, die het zand wegvoeren,

[1]) Dit kan na iederen storm waargenomen worden op door hoofden verdedigde stranden.

dan zou er nooit een *blijvende* achteruitgang van het strand kunnen bestaan, daar in dit geval het, van het bovenstrand bij storm weggevoerde, zand op eenigen afstand beneden de laagwaterlijn zou bezinken en zoodoende den zeebodem plaatselijk geleidelijk een bijzonder flauwe helling zou geven, waardoor èn de golfaanval op het strand zoude verminderen èn de hierna te behandelen toename onder normale omstandigheden zouden vergrooten.

Duidelijk is het, dat dus de getijstroomen de eigenlijke vijanden van onze achteruitgaande stranden zijn. *Een verdediging met strandhoofden moet daarom ten doel hebben den invloed der getijstroomen op het strand te verminderen.*

Onder normale omstandigheden winnen onze stranden aan.

Zoo juist werd gesproken over de toename van een strand onder normale omstandigheden.

Deze bestaat in de eerste plaats uit een aan onze kust algemeen op te merken strandverhooging bij aflandigen wind (vergelijk hiermede hoofdstuk XIII), welke verhooging moet worden toegeschreven aan het bestaan onder deze omstandigheid van een onderstroom naar den wal toe en niet, zooals men wel eens hoort beweren, aan zand, dat van de duinen op het strand stuift. [1]).

Maar bovendien heeft de golfbeweging op zandige kusten een regelmatige verhooging van het strand tengevolge; de golven kruien het zand geleidelijk naar boven [2]), waardoor als regel, zoolang stormen achterwege blijven, de meeste stranden verhoogen.

Langs onze kusten is afwisselend toe- en afname.

Is op den duur de afname onder ongunstige omstandigheden overheerschend, dan heeft men met een achteruitgaand strand, heeft de

---

[1]) Dit is werkelijk een vaststaand feit, dat naar mij bleek, overal werd waargenomen.

Eigenaardig is het daarom, dat de heer A. Huet in zijn in 1866 verschenen verhandeling „De zeeweringen aan den Hondsbossche en bij Petten" op blz. 24 de vorming van nieuw strand verklaart, „als gevolg „van den stroom, die van elders zand aanvoert, en van den golfslag door „*aanlandige* winden veroorzaakt, die het aangevoerde zand uit de diepte „der zee opwerkt en het onder een gelijkmatige helling afslecht", terwijl reeds Abraham Caland in zijne „Verhandeling over het nut der afgezaagde „palen-hoofden", verschenen in 1819, op blz. 24 mededeelt, dat „het be„kend is en door de ondervinding op alle stranden bestendig bewezen, „dat de landwinden een strand doen aanwinnen, zoo het slechts eeniger„mate voor aanwinst vatbaar is, en zee- of op het strand aanwaaiende „winden hetzelve meer vermageren dan anderzins gewoonlijk wordt onder„vonden."

[2]) Zie hierover het rapport van den Italiaanschen Hoofd-Ingenieur D. Lo Gatto, betreffende „Construction des ports en plage de sable", geschreven ter gelegenheid van het 11e scheepvaartcongres te St. Petersburg, en het Verslag van de vertegenwoordigers der Nederlandsche Regeering A. Deking Dura en H. Wortman bij het 11e scheepvaartcongres (Verhandelingen K. I. v. I. 1909—1910, 1e afl. bl. 34).

toename onder gunstige omstandigheden de overhand, dan heeft men met een vooruitgaand strand te doen. Duidelijk is het dat, waar dus langs onze stranden afwisselend toe- en afname is, het doel van een strandverdediging niet zoo zeer moet zijn alle tijdelijke verliezen onmogelijk te maken, maar om er mede te bereiken, dat de afname van het strand onder ongunstige omstandigheden, wordt overtroffen door de toename onder gunstige omstandigheden.

In zijn rapport van 15 October 1894 (afgedrukt als bijlage M van het verslag van Delfland over 1894) vermeldt de Ingenieur van Delfland als zijn gevoelen, dat de hoofden met de koppen minstens moeten reiken tot die diepteliju, waar bij hoogwater de zandbodem niet meer door de golven in beweging wordt gebracht (d. i. 4 à 5 M. onder L. W.)

Maakt men de hoofden zoo lang, dan wordt de stroom zoover uit den wal gehouden, dat hij geen invloed kan uitoefenen op het gedeelte van den onderzeeschen oever, hetwelk door de golven wordt losgewoeld.

Theoretisch wordt dus in den eersten tijd zandverlies bij storm, bij toepassing dier lange hoofden, geheel tegengegaan, terwijl toch steeds onder gunstige omstandigheden zand wordt aangewonnen. In plaats van een evenwichtstoestand te bereiken, zal men in dit geval strand aanwinnen, hetgeen als regel niet het doel van een strandverdediging mag zijn.

Op den duur zal bij het toepassen van een verdediging, die aanvankelijk aanwinnend werkt, echter ook een toestand verkregen worden, waarbij een schommeling om een evenwichtsstand zal plaats hebben.

Invloed van de breedte van het bankengebied voor de kust op de stranden.

Bij de beoordeeling van hetgeen langs onze vlakke kusten geschiedt, moet men onderscheid maken tusschen het zeer afwisselende bankengebied, dat gelegen is binnen de dieptelijn 6 à 7 M. — N. A. P. en het niet of zeer langzaam veranderende deel van den zeebodem, gelegen buiten die dieptelijn

Waar nu onze strandhoofden hoogstens 100 à 200 M. buiten de laagwaterlijn liggen en de doorgaande 7 M. lijn nergens den wal op minder dan 400 M. nadert en gemiddeld 800 à 1000 M. daarvan verwijderd blijft, moet aangenomen worden, dat de hoofden op den zeebodem buiten deze dieptelijn niet den minsten invloed hebben.

In hoofdstuk XIII is uitvoerig uiteengezet, dat het verloop van den zeebodem buiten deze dieptelijn niet van merkbaren invloed is op den toestand van het achtergelegen strand.

Op de schommelingen van onze stranden, den voor- of achteruitgang daarvan, de uitwerking der strandhoofden op een en ander, hebben alleen merkbaren invloed werkingen, die zich afspelen binnen het,

voor onze schoone kusten overal voorkomende, bankengebied.

Neemt men aan, dat de golven, vóór zij voor 't eerst breken, overal ongeveer even zwaar zijn, dan is het duidelijk, dat tegen dat het strand bereikt wordt, zij meer zijn uitgeput daar. waar een breed bankengebied aanwezig is, dan waar dit smal is en dat dan ook in het eerste geval de nadeelige werking der golven bij storm geringer is.

Bovendien is de *gemiddelde* helling van den onderzeeschen oever het geringst daar, waar de 7 M. lijn het verst naar buiten ligt; een flauwe helling van den onderzeeschen oever zal met zich brengen een sterke toename van het strand onder gunstige omstandigheden.

Daarom ligt het voor de hand, dat een ver zich naar buiten bevinden van de 7 M. lijn een gunstigen invloed zal hebben op den toestand van het strand, iets dat door ondervinding op de meest overtuigende wijze wordt bewezen. (Vergelijk hoofdstuk XIII).

Voor het behoud van het duin is het noodzakelijk, dat een breed droog strand aanwezig is.

De natuurlijke verdediging van een groot deel van ons land tegen de Noordzee bestaat uit een duinregel met voorgelegen strand.

Zoowel de duinregel als het strand bestaan uit los zand.

Wordt de duinvoet door golven bereikt, dan is achteruitgang daarvan onvermijdelijk, daar het zand wordt losgewoeld en weggevoerd. Hiervan is het eerste gevolg, dat het duin over zekere hoogte vrijwel loodrecht wordt afgeslagen. Heeft dit laatste in erge mate plaats, dan schuift het geheele duinbeloop tot aan de kruin na.

In gunstige omstandigheden, d. w. z. wanneer er een flink breed stuivend droog strand voor het duin aanwezig is, stuift de duinvoet aan bij winden, die landwaarts zijn gericht. Bij aflandige winden waait er zand van de duinen in zee; dit verlies is als regel niet zeer sterk, daar de duinen zelf beschutting aanbieden tegen deze winden.

Zoolang men een flinken duinregel behoudt, is men voldoende tegen de zee beschermd. Gaat de duinvoet blijvend achteruit, dan zal er een oogenblik komen, waarop verdere afname hiervan moet worden tegengegaan. Dit kan geschieden door er voor te zorgen, dat het droge strand zoodanige breedte en hoogte verkrijgt, dat daarvan onder gunstige omstandigheden gemiddeld minstens evenveel zand langs den duinvoet wordt aangewonnen, als bij storm wordt verloren. Uit hoofdstuk XV is gebleken, dat daartoe een hoogte van den duinvoet van 2 M. + V.Z. noodig is en – aangezien het droge strand gemiddeld langs onze kusten een helling aanneemt van 25 op 1 — een breedte van dit strand van 50 M. Verder heeft het natte strand een helling van 1 op 45 à 1 op 50 zoodat het hieruit duidelijk is, dat bij een, in evenwicht verkeerenden, duinvoet een bepaalde ligging van de laagwaterlijn, ten opzichte van dien duinvoet, behoort; dat, wanneer de afstand tusschen de laagwaterlijn en den duinvoet min-

der bedraagt, deze laatste moet achteruitgaan en dat, wil men den duinvoet behouden, de laagwaterlijn moet worden gebracht en vast gehouden op een bepaalde plaats.

Een achteruitgang van de laagwaterlijn zal op den duur een achteruitgang van den duinregel tengevolge hebben; wil men deze laatste, d. i. dus onze eigenlijke waterkeering, in stand houden, dan moet de laagwaterlijn tegen achteruitgang worden behoed. Dat hiertoe een strandverdediging het aangewezen middel is, werd reeds uiteengezet.

Strandhoofden gaan het zandverlies bij storm tegen.

Strandhoofden dienen er toe te beletten, dat het, bij storm losgewoelde, zand door getijstroomen wordt weggevoerd.

Het losgewoelde zand van een onverdedigd strand, dat als het ware in het water is opgelost, zal zich niet zeer ver van den bodem bevinden; in ieder geval heeft het steeds neiging daarheen te bezinken. Wil men dit opgeloste zand vasthouden dan moet de onderste waterlaag opgesloten worden, waartoe lage niet ver boven het strand reikende hoofden voldoende zijn. Mocht nog eens water met zand vermengd over een laag hoofd storten, dan bestaat er veel kans, dat het zand voor het tweede hoofd bezinkt.

Een gevolg van een verdediging van een strand met strandhoofden is dan ook, dat slechts weinig zand bij storm verloren gaat; wel kan het bovenstrand verlagen, doch het daar weggevoerde zand bezinkt lager weder.

De onderzeesche oever, gelegen buiten de verbindingslijn van de koppen der hoofden, wordt niet beschermd en hier zal dus het losgewoelde zand door de getijstroomen kunnen worden weggevoerd; echter moet worden opgemerkt dat de nadeelige werking der golven op den bodem des te kleiner wordt, hoe meer zeewaarts men komt, zoodat er op eenigen afstand buiten de laagwaterlijn minder zand zal worden verplaatst dan op het natte of droge strand. Terwijl het meest zeewaarts gelegen deel van het hoofd het minste nut doet, zal het verreweg het meeste kosten, zoodat men niet gauw tot den aanleg van zeer ver in zee reikende hoofden zal overgaan.

De invloed van een strandverdediging behoeft slechts zoo groot te zijn, dat de afname van het strand onder ongunstige omstandigheden wordt overtroffen door te toename onder gunstige omstandigheden.

Er behoeft geen vrees te bestaan dat bij den aanleg van hoofden, die niet reiken tot zoover in zee, als de bodem bij storm wordt losgewoeld, de verdediging niet afdoende zou wezen, omdat buiten de koppen der hoofden dan toch zand wordt weggevoerd. Het op het droge en natte strand door de golven losgewoelde en zeewaarts gevoerde zand zal — aangezien de getijstroom tusschen de hoofden niet kan inwerken — buiten of nabij de laagwaterlijn tusschen de

hoofden gedeeltelijk bezinken. De afstand, waarover het zand zeewaarts moet worden gevoerd, opdat de zee er vat op kan krijgen, zal in ieder geval bij de aanwezigheid van hoofden grooter zijn dan waar deze ontbreken, hetgeen ten gevolge zal hebben, dat een deel van het zand, dat anders zou worden weggevoerd, nu behouden blijft en dat wellicht de blijvende achteruitgang wordt opgeheven.

Over den invloed van den onderlingen afstand der hoofden op het strand.

Uit bovenstaande is het duidelijk dat de afstand der hoofden eenigen invloed moet hebben op den toestand van het strand. Echter laat zich daaruit geenszins verklaren, dat die invloed zoo groot is, als b. v. het geval blijkt te zijn bij de hoofden voor en benoorden Callantsoog. Duidelijk is het, dat de oorzaak hiervoor elders moet worden gezocht en het vermoeden ligt voor de hand, dat wijzigingen, die de stroomen in zee door de hoofden ondergaan, aanleiding tot het een en ander zullen zijn.

De hieronder gegeven verklaring is opgemaakt aan de hand van hetgeen peilingen hebben geleerd omtrent het verloop van den zeebodem voor stranden in Noord-Holland, die volgens verschillende systemen verdedigd of onverdedigd zijn.

Om de koppen der hoofden trekken sterke stroomen.

In de eerste plaats is nagegaan hoeveel de gemiddelde diepte van den zeebodem is van het onverdedigde strand bezuiden Callantsoog, op verschillende afstanden van de gemiddelde laagwaterlijn, en hiermede vergeleken de gemiddelde diepte van den zeebodem van het verdedigde strand voor de koppen der hoofden en midden tusschen de hoofden op verschillende afstanden van de lijn, die de punten van gemiddeld laagwater midden tusschen de hoofden verbindt.

Van een en ander geeft de tabel op bl. 167 een overzicht.

Deze gemiddelde diepte over 50 M. bedraagt voor de koppen der hoofden II*c* en III*c* $20\frac{1}{2}$ d.M. d.i. (26 + 22.5 + 19.5 + 18 + $17\frac{1}{2}$ d.M.): 5 en op het hiermede correspondeerende gedeelte van den onderzeeschen oever voor het onverdedigde strand 20 d.M. d. i. (18 + $18\frac{1}{2}$ + 20 + + 21 + 23) d.M. : 5, voor de koppen der hoofden VI*c* – IX*c* bedragen deze getallen respectievelijk 38 d.M. d. i. (33 + $37\frac{1}{2}$ + $39\frac{1}{2}$ + 40 + 41) d.M. : 5 en $25\frac{1}{2}$ d M. d. i. (21 + 23 + $25\frac{1}{2}$ + $27\frac{1}{2}$ + 30) d.M. : 5 en voor de hoofden II*k* – IX*k* 24 dM. d i. (23 + $22\frac{1}{2}$ + 23 + $24\frac{1}{2}$ + $26\frac{1}{2}$) d.M. : 5 en $21\frac{1}{2}$ d.M. d.i. ($18\frac{1}{2}$ + 20 + 21 + 23 + $25\frac{1}{2}$) d.M. : 5.

Hieruit volgt dat vóór de koppen der hoofden een grootere diepte staat, dan langs het onverdedigde strand op even groote afstand uit de laagwaterlijn.

Voorts merken wij op, dat de zeebodem van het onverdedigde strand zeewaarts geleidelijk dieper wordt en in tegenstelling hiermede bij twee van de drie beschouwde verdedigde kustvakken de gemiddelde diepte vlak voor de bestorting grooter is dan 10 M. meer naar buiten.

Kustvak.	Nadere omschrijving v. d. waarnemingspunten.	Aantal waarnemingen waarover het gemiddelde is genomen.	Onderlinge afstand der hoofden.	Gemiddelde ligging L. W. lijn binnen zeeëind zetwerk.	Gemiddelde ligging L. W. lijn binnen zeeëind bestorting.	Diepte van den zeebodem op de hieronder vermelde afstanden uit de gemiddelde laagwaterlijn onder N. A. P. (N. A. P. = 0.90 M. + L. W.)													
						M. 10	M. 20	M. 30	M. 40	M. 50	M. 60	M. 70	M. 80	M. 90	M. 100	M. 110	M. 120	M. 130	M. 140
			M.	M.	M.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.	dM.
1050—450 M. bezuiden hoofd I*c*.	Onverdedigd	24	—	—	—	12	13½	15½	17	17	17	18	18½	20	21	23	25½	27½	30
II*c*—III*c*	Midden tusschen de hoofden.	4	200	30	65	16	18	19	21	21½	22½	21	21	17	17	19	19	20	22
	Voor de koppen.	8	id.	id.	id.							26	22½	19½	18	17½	20	22	24
VI*c*—IX*c*	Midden tusschen de hoofden.	12	300	60	95	11½	14	17	20	23½	26½	29	31½	33	35½	36	37½	39	39
	Voor de koppen.	12	id.	id.	id.										33	37½	39½	40	41
II*k*—IX*k*	Midden tusschen de hoofden.	12	200	35	70	11	13	15½	18	19½	20	20½	21	22	23	24½	28	31½	35
	Voor de koppen.	12	id.	id.	id.								23	22½	23	24½	26½	29½	32⅓

Wanneer men zich ten slotte het gedeelte van den zeebodem denkt, begrensd door de lijn, die door de zeeëinden van de bestorting der hoofden gaat, en die, welke 50 M. daarbuiten is gelegen, en men zoekt de gemiddelde diepte van deze strook midden tusschen de hoofden en voor de hoofden, dan is overal de eerst genoemde diepte kleiner en wel

voor het kustvak IIc — IIIc. . . . $1^1/_2$ d.M.
„ „ „ VIc — IXc. . . . $^1/_2$ d.M.
„ „ „ IIk — IXk . . . $^1/_2$ d.M.

De drie bovenvermelde verschijnselen doen vermoeden, dat om de koppen der hoofden sterke stroomen trekken, die zich tusschen de hoofden in weder eenigszins waaiervormig ontplooien.

Over de secundaire stroomen en de neeren.

Daarnaast doet zich het volgende merkwaardige verschijnsel voor. De gemiddelde helling van den onderzeeschen oever langs het onverdedigde strand is van de laagwaterlijn tot 50 M. daarbuiten 1 op $62^1/_2$; daarentegen midden tusschen de hoofden voor het kustvak IIc — IIIc 1 : 40, VIc — IXc 1 : 35 en IIk — IXk 1 : $47^1/_2$.

Een feit is het dus, dat de onderzeesche oever dicht bij de laagwaterlijn gemiddeld steiler staat midden tusschen twee hoofden dan voor een onverdedigd strand.

Nu ligt bij het kustvak VIc — IXc de gemiddelde laagwaterlijn 60 M. binnen het zeeëinde van het zetwerk der hoofden en 95 M. binnen het zeeëinde van de bestorting. Het is wel denkbaar dat, wanneer de getijstroom om een hoofd heen getrokken is, hij zich daarna eenigszins op de kust richt. Maar wanneer de afname van den onderzeeschen oever tusschen de hoofden uitsluitend aan de wijziging van de richting van den getijstroom ware toe te schrijven, dan zou in verband met den grooten afstand, waarover de hoofden buiten de laagwaterlijn uitsteken, de ombuiging van den getijstroom *zeer sterk* moeten zijn. Schetst men een en ander eens, dan blijkt, dat het niet denkbaar is, dat de ombuiging van den getijstroom zoo groot zou zijn, dat hieraan *alleen* het zandverlies langs den onderzeeschen oever kan worden toegeschreven.

Wat zal echter het geval zijn?

Denken wij ons het tijdstip van laagwater, wanneer de getijstroom (zie hoofdstuk XII) zeer sterk is. Langs de koppen der hoofden trekt evenwijdig aan de kust een sterke stroom, die noodzakelijker wijze een wrijving moet uitoefenen op de aangrenzende, meer binnenwaarts gelegen, waterdeeltjes en deze dus mede voeren, waardoor binnen de lijn, die de koppen der hoofden verbindt, een stroom zal ontstaan in dezelfde richting als de hoofdstroom.

Het spreekt van zelf, dat ook het water, weggevoerd door dezen stroom, dien we den secundairen stroom zullen noemen, aangevuld

moet worden. De secundaire stroom kan niet anders gevoed worden, dan door een tegenstroom, die meer binnenwaarts gevormd wordt, en neer heet.

Hoe verder de hoofden zich nu van elkander bevinden, des te sterker zullen de secundaire stroomen en de neeren zijn. Want denkt men zich een waterdeeltje even binnen de koppen der hoofden, dan zal het bij grooten afstand dier hoofden langeren tijd aan de wrijvende krachten worden blootgesteld, aangezien het tusschen twee hoofden een langeren weg kan afleggen, dan bij kleineren afstand, waardoor de snelheid van zoo'n deeltje bij grooter afstand der hoofden grooter wordt dan bij een kleinen afstand. Wanneer de secundaire stroom sterker is, zal hij zich ook meer naar binnen voortplanten.

De ruimte ingesloten tusschen de denkbeeldige lijn, die de koppen der hoofden verbindt, de hoofden en het strand kan beschouwd worden als een afgesloten geheel; aan een zijde werkt dan op de ingesloten watermassa een wrijvende kracht, die binnen deze ruimte het water een ronddraaiende beweging geeft. Duidelijk is het, dat hoe sterker de stroom buiten is, d. w. z. hoe grooter de wrijvende kracht, en hoe grooter de afstand tusschen twee hoofden is, d. w. z. hoe langer de wrijvende kracht op een deeltje werkt, des te meer de neerstroom het strand zal moeten doen afnemen.

De sterkste stroomen loopen ten tijde ongeveer van hoog- en laagwater. Bij hoogwater zijn als regel de hoofden gedeeltelijk onder water gelegen. Maar ook dan zal de getijstroom weder in hoofdzaak trekken buiten langs de koppen der hoofden, zoodat aangenomen mag worden, dat de sterkte en plaats van de neer ongeveer dezelfde zullen zijn als bij laagwater, wanneer de sterkte van de N. O. en Z. W. gaande getijstroomen even groot zijn [1]). De getijstroom toch, voor zooverre hij *over* de hoofden trekt, zal slechts van weinig belang zijn.

Uit een en ander volgt, dat, bij een bepaalde snelheid van den getijstroom en een bepaalden onderligen afstand der hoofden, het bestaan van de neer tengevolge zal hebben, dat de laagwaterlijn op een zekeren afstand landwaarts zal moeten liggen van de lijn, die de koppen der hoofden verbindt. [2])

Geulen langs de hoofden, veroorzaakt door de neer.

In verband met bovenstaande zij nog het volgende opgemerkt. In Vlieland is in eene lijn, loopende over de koppen der hoofden, een peiling verricht, dat is dus een peiling op eenigen afstand uit de

---

[1]) Het N. O. gaand tij is echter iets sterker dan het Z. W. gaand.

[2]) In verband met het behandelde wordt hier een algemeen overzicht gegeven van den afstand der zeeëinden van het zetwerk van de hoofden en van halverwege het zeeëinde van de bestorting en het zetwerk langs

laagwaterlijn (± 70 M.) evenwijdig aan de kust. Hierbij werd gevonden, dat als regel langs de noordoostzijde der hoofden een diepe geul voorkomt.

Dit is op de volgende wijze te verklaren. De getijstroom in zee veroorzaakt een secundairen stroom en een neer, welke te zamen een ronddraaiende beweging van het water tengevolge hebben. Deze ronddraaiende beweging zal gedurende het N. O. gaand tij een stroom langs de Z.W. zijde der hoofden in het leven roepen, welke op den wal gericht is, langs de N. O. zijde der hoofden een, welke zeewaarts is gericht. Gedurende het Z. W. gaand tij zal juist het omgekeerde plaats hebben. De naar zee toe gerichte stroom zal nu zand wegvoeren met den op den wal gerichten zal dit natuurlijk niet het geval zijn. Waar nu echter het N. O. gaand tij op het Noorderstrand van Vlieland zeer veel sterker is dan het Z. W. gaand tij, zal langs de noordoostzijde der hoofden de diepste geul moeten gevormd worden. Hiermede is het waargenomen verschijnsel verklaard.

Plaats.	Onderlinge afstand der hoofden in Meters.	Afstand van de laagwaterlijn midden tusschen twee hoofden tot	
		de lijn, die de zeeëinden van het zetwerk verbindt. M.	de lijn, die halverwege zeeëinde zetwerk en bestorting verbindt. M.
Vlieland strandpaal 43 [1])	150 [1])	70 [1])	80 [1])
„ „ 44—48 [1])	180 [1])	70 [1])	80 [1])
„ „ 49—51	180	35	45
Noord-Holland benoorden strdpl. 9.8	200	35	55
„ bezuiden „ 9.8	300	60	80
„ voor Callantsoog	200	30	50
„ benoorden Petten	190	28	40
„ „ „	250	26	± 50

verschillende onzer kustvakken tot de gemiddelde laagwaterlijn over de jaren 1905—1909, waartoe onderstaande tabel kan dienen.

[1]) De aanval is buitengewoon sterk en deze cijfers zijn daarom onvergelijkbaar met de overige cijfers.

Een door strandhoofden verdedigd strand is aan twee werkingen van geheel verschillenden aard onderhevig. *Conclusiën.*

1e *Aan een afname door stormen en een toename onder gunstige omstandigheden.*

Hierop is van invloed:

a. de breedte van het bankengebied voor het natte strand, m. a. w. de afstand van de lijn van 7 M. — N. A. P. uit de kust.

b. de sterkte der getijstroomen, daar sterke getijstroomen meer zand bij storm wegvoeren dan zwakke.

c. de onderlinge afstand der hoofden (deze invloed is echter — zoolang die afstand binnen zekere grenzen blijft — niet zeer groot).

d. de lengte der hoofden buiten de laagwaterlijn.

2e *Aan de neeren, die ontstaan door de, langs de koppen der hoofden trekkende, getijstroomen.*

Hierop is van invloed:

a. de onderlinge afstand der hoofden (deze invloed is zeer groot).

b. de sterkte der getijstroomen.

De tweede der bovenvermelde werkingen heeft tengevolge, dat, bij een bepaalden afstand der hoofden en een bepaalde sterkte der getijstroomen, de laagwaterlijn op den duur minstens dien afstand uit de lijn, die de koppen der hoofden verbindt, zal verkrijgen, welke noodig is om de neer genoegzame gelegenheid te geven zich te vormen; dit verklaart b.v. waarom in de provincie Noord-Holland de laagwaterlijn zooveel meer landwaarts is komen te liggen midden tusschen de hoofden op 300 M. onderlingen afstand dan tusschen die op 200 M. onderlingen afstand.[1])

Nochtans sluit dit niet in zich, dat de lengte der hoofden buiten de laagwaterlijn, vereischt door de neer, altijd voldoende is om aan het strand genoegzame bescherming te geven, om dit op den duur in evenwicht te houden.

Bij een zeer sterk aangevallen kustvak zal de werking van de neer een naar verhouding meer ondergeschikte rol spelen en wordt het een eisch, dat de hoofden ver in zee reiken, om genoeg zand bij storm te behouden. En met het oog hierop is, zooals reeds werd opgemerkt, de onderlinge afstand der hoofden van niet zeer grooten invloed. Als bewijs hiervoor kan o. a. gelden, dat van Vlieland, waar op een groot deel van het strand de aanval bijzonder sterk is, de

---

[1]) Evenwel sluit dit niet uit, dat onder zeer bijzondere omstandigheden, wanneer na den aanleg van hoofden een strand sterke neiging tot aanwinnen verkrijgt, de koppen der hoofden geleidelijk meer onder het zand zullen geraken, de langs de hoofden trekkende stroom in verband daarmede geringer zal worden en dan in dat geval van de groote inscharing tusschen twee hoofden geen sprake meer zal zijn.

meest westelijke hoofden liggen op 150 M. onderlingen afstand, de overige op 180 M. en dat in weerwil hiervan de laagwaterlijn bij de westelijke hoofden niet meer naar buiten ligt dan bij de overige.

Merkwaardig is de groote overeenkomst, voor al onze niet zeer sterk aangevallen kustvakken, van de lengten der hoofden, die op een bepaalden onderlingen afstand zijn gelegen buiten de laagwaterlijn, waaronder in dit bijzondere geval zal worden verstaan de afstand van de laagwaterlijn tot halverwege het zeeëind van het zetwerk en der bestorting.

Op het gedeelte van Vlieland, hetwelk niet zeer sterk aangevallen wordt (paal 49—51), bedraagt bij een onderlingen afstand der hoofden van 180 M. die lengte 45 M. in Noord-Holland benoorden paal 9.8 en voor Callantsoog, bij een onderlingen afstand van 200 M., de lengte respectievelijk 52½ M. en 47½ M. en benoorden Petten (hoofd II — IX), bij een onderlingen afstand van 190 M., de lengte 40 M.

Men mag dus aannemen, dat bij hoofden, gelegen op een onderlingen afstand van ± 200 M. op niet zeer sterk aangevallen kustvakken de afstand der laagwaterlijn tot halverwege het zeeëinde van het zetwerk en van de bestorting zal bedragen ongeveer 50 M ; neemt men de hoofden benoorden Callantsoog als maatstaf aan, dan komt men bij een onderlingen afstand van 300 M. tot ongeveer 80 M.

Uit bovenstaande blijkt, dat bij het ontwerpen van hoofden op een niet zeer sterk aangevallen strand, men te kiezen heeft tusschen een verdediging met kortere hoofden, die echter op een geringeren afstand moeten liggen, en langere hoofden, waarvan de onderlinge afstand grooter kan zijn. Een onderlinge afstand van 200 of 300 M. komt langs onze kusten veelvuldig voor. Bij een nog kleineren afstand zal men waarschijnlijk een nog geringere lengte der hoofden kunnen toepassen, doch bij een bepaalden afstand zal de lengte der hoofden niet meer worden bepaald door den invloed van de neer, maar door die, welke noodig is om het strand genoegzaam bij storm te beschermen. Komt men met den onderlingen afstand der hoofden beneden zekere maat, dan zal die afstand geen merkbaren invloed meer hebben.

Bij een sterken aanval zal men eerder tot een grooten afstand der hoofden overgaan, omdat dan toch voor voldoende strandbehoud een groote lengte van de hoofden een vereischte is en de werking van de neer dan een zeer ondergeschikte rol speelt. Zoo liggen b.v. de, met 100 M. zeewaarts verlengde, Delflandsche hoofden op 500 M. onderlingen afstand. Zij hebben, in weerwil van dien grooten afstand, een zoo gunstigen invloed op het strand gehad, dat dit aanzienlijk is verhoogd.

Duidelijk is het aan de hand van het bovenstaande, dat op een bepaald kustvak bij een bepaalden afstand der hoofden een bepaalde lengte der hoofden buiten de laagwaterlijn behoort. Houdt men dit bij den aanleg niet in het oog, dan zal zich *op den duur* die afstand van het zeeëinde tot de laagwaterlijn van zelf vormen bij langere hoofden gaat de laagwaterlijn naar buiten, bij kortere hoofden naar binnen. [1])

Op een bepaald kustvak behoort bij een bepaalden afstand der hoofden niet alleen een bepaalde ligging der laagwaterlijn, maar ook een bepaalde helling van den zeebodem buiten de laagwaterlijn.

Bij een grooteren afstand der hoofden zal de neervorming sterker zijn, daardoor de helling van den zeebodem steiler worden en bovendien de laagwaterlijn meer naar binnen gaan. Bij een grooteren afstand der hoofden komt de laagwaterlijn op den duur verder binnen de koppen der hoofden te liggen.

Neemt men den afstand der hoofden geringer, dan zal ook de neervorming geringer zijn en daardoor zal de laagwaterlijn meer naar buiten gaan. Echter wordt ten slotte een grens bereikt, waarbij de nog geringere onderlinge afstand der hoofden geen invloed meer zal hebben op de lengte. de grens n.l. waarbij de lengte der hoofden bepaald wordt door den eisch, dat aan het strand genoegzame bescherming bij storm gegeven moet worden.

Duidelijk is het, dat bij sterk aangevallen kustvakken de lengte der hoofden noodig, om genoegzame bescherming aan het strand te geven, groot is

---

[1]) In verband hiermede zij gewezen op de voordracht, gehouden door den Heer J. W. Welcker op het zesde Nederlandsche Natuur- en Geneeskundig congres over „De middelen, hier te lande aangewend tot behoud „en zoo noodig herwinning van het strand en de daarlangs grenzende „buitenste duinketen". Daarin komt o. a. het volgende voor:

„Vraagt men eindelijk, of het ook nu nog mogelijk zou zijn om — „waar aan achterwaartsche verlenging van de hoofden niet valt te denken — „door hunne zeewaartsche verlenging ook op deze dure kustvakken een „nieuwen duinregel te doen ontstaan onder bescherming van hoofden, dan „antwoord ik *zonder eenig voorbehoud* bevestigend" (er wordt hier gedoeld op de Hondsbossche en de Westkapelsche zeewering).

„Men zou daartoe een voorstrand moeten vormen door uitbouw van „hooge, lange hoofden in zee, kort bij elkander. De uitwerking daarvan „zou niet uitblijven. Natuurlijk valt hieraan om de onnoemelijke kosten „niet te denken; en het is ook niet noodig, omdat de tegenwoordige „toestand volkomen veilig is.

„Maar het kan niet worden betwijfeld, of men zou — aldus handelende — „zelfs op en vóór het buitenbeloop van de Westkapelsche, Hondsbossche- „en Pettemer zeeweringen weer nieuwe duinketens zien ontstaan. Al schijnt „dit op den eersten indruk vreemd en verrassend, ik denk niet, dat iemand „het zal tegenspreken, veel minder zou kunnen weerleggen."

De grens, waarbij een vermindering van den onderlingen afstand, geen noemenswaard geringere lengte der hoofden met zich brengt, wordt bij een sterk aangevallen kustvak eerder bereikt dan daar, waar de aanval minder hevig is. Bij een sterken aanval is daarom een grootere afstand der hoofden toe te passen dan bij een geringeren.

Wat men bereikt door een enkele duinvoetverdediging.

Een achteruitgaande toestand van een kustvak leidt op den duur tot een achteruitgang van den duinvoet en zoo lang hiervan nog geen sprake is, zooals o. a. het geval kan zijn bij achteruitgang eeniger onzer zeer breede stranden, zal men aan een kunstmatige verdediging nog niet denken. Zoolang toch is, hetgeen men verliest — een strook van het strand — waardeloos, terwijl er bovendien nog geen gevaar ontstaat voor verzwakking van de zeekeering.

De duinregel vormt de eigenlijke zeewering. Ziet men hiervan bij storm voortdurend afslaan, dan ligt het voor de hand, dezen afslag in de eerste plaats tegen te gaan en den duinvoet tegen den aanval der golven te beschermen. Aangezien bij den aanleg van een dergelijke bescherming altijd nog wel eenig droog strand aanwezig zal zijn en het beschermingswerk dus alleen bij storm door de reeds grootendeels uitgeputte golf bereikt zal worden, kan dat werk voorloopig vrij licht zijn.[1])

Wat zal er echter op den duur gebeuren?

De achteruitgang van den duinvoet was één der *gevolgen* van een achteruitgaanden toestand van het strand. Eén der gevolgen van dien achteruitgang wordt voorloopig opgeheven, echter de achteruitgang van het strand zelf niet. Het aanwezige droge strand zal geleidelijk verdwijnen en daarna het natte. De duinvoet, die oorspronkelijk slechts bij storm, door bijna uitgeputte golven, werd bereikt, wordt nu steeds bespoeld en bij ruw weder zullen de zeeën er met geweld tegen slaan. Van de toepassing van een lichte verdediging van het duinbeloop met gunstig gevolg is geen sprake meer. En brengt men niet bijtijds nog hoofden in zee aan, die verdere vermagering van den onderzeeschen oever tegengaan, dan loopt men de kans, dat op den duur het duin ondermijnd wordt en in de diepte verdwijnt.

Men denke vooral niet te lichtvaardig over den invloed, welke de diepte vóór een zeewering heeft op de kracht van de golven, die er tegen slaan! Zoo is het tegenwoordig aan de Hondsbossche zeewering reeds zeer merkbaar, dat de diepte in de laatste 20 jaren naderbij

---

1) Zooals o. a. blijkt uit bl. 51 bestonden de eerste verdedigingen, die Delfland heeft toegepast uit beschermingen van den duinvoet. Het ligt trouwens ook zeer voor de hand, dat men oorspronkelijk bij duinvoetverdedigingen zijn heil zocht.

gekomen is. De heer H. G. Th. Mann, die sinds langen tijd hoofdopzichter van dien dijk is, deelde mij mede, dat er in den laatsten tijd herhaaldelijk stormschade aan ontstond en dat dit vroeger, zoo al, dan toch in veel geringere mate het geval was. Hij schreef dit geheel toe aan het naderen der diepte in zee, die, in weerwil van de aanwezigheid van hoofden, heeft plaats gehad. [1])

Uit bovenstaande volgt, dat men met een duinvoetverdediging zonder strandverdediging op den duur niet kan volstaan.

Strandverdediging met duinvoetverdediging gecombineerd.

Wij kwamen tot de conclusie, dat een duinvoetverdediging zonder meer niet houdbaar is en dat vóór een duinvoetverdediging een strandverdediging noodzakelijk is. Deze moet bestaan uit hoofden van zoodanige lengte en op zoodanigen onderlingen afstand, dat het strand niet meer vermagert. De strandverdediging stelt ons dan in staat een duinvoetverdediging met weinig kosten te behouden. Men zou dus op die wijze komen tot een verdediging van strand en duinvoet. Echter is een duinvoetverdediging van aanleg vrij kostbaar Wanneer men aanneemt dat deze reikt van 0.50 M. + V.Z. tot 4.5 M. + V. Z. onder een helling van 3 : 1, dan kost deze per M[1]. duin (als betonglooiing bewerkt) ± f 60, dus wanneer de hoofden 200 M. uit elkander liggen over den afstand van twee hoofden f 12000.

Enkele strandverdediging, waarbij de duinvoet op de plaats gehouden wordt.

Uit hetgeen in den aanvang van dit hoofdstuk is behandeld blijkt, dat men door de hoofden wat verder in zee uit te brengen, de laagwaterlijn op den duur evenveel (of bijna evenveel) meer naar buiten zal doen gaan en de hoogwaterlijn eveneens. Aangezien nu het droge strand een bepaalde helling aanneemt van ongeveer 25 op 1, zal het strand ter plaatse van den bestaanden duinvoet, wanneer men de hoofden 25 M. verder in zee doet reiken, op den duur ongeveer 1 M. hooger komen te liggen. Weet men, door het verder in zee brengen der hoofden, ter plaatse van den duinvoet het strand de hoogte van 2 M. + V.Z. te geven, dan is het duin zonder kunstmatige verdediging van den voet te behouden. Door dus de hoofden wat verder in zee uit de bouwen wordt een duinvoetverdediging geheel onnoodig.

Echter zal het blijken, dat wanneer op deze wijze gewerkt wordt de strandverdediging kostbaar is. Zooals nader in hoofdstuk XVIII wordt uiteengezet, is iedere strandverdediging, waarbij zand wordt aangewonnen van aanleg bijzonder duur, omdat een deel van de aangelegde hoofden onder het zand geraakt en verder niets meer doet. De hoofden moeten dus bij aanleg veel hooger en breeder zijn dan op den duur noodig is.

---

[1]) Voor de geschiedenis der Hondsbossche Zeewering kan verwezen worden naar de uiterst belangwekkende „Verhandeling over de Hondsbossche Zeewering" door J. F. W. Conrad (1864).

Enkele strandverdediging, waarbij de duinvoet niet behouden blijft.

Hierboven is van de veronderstelling uitgegaan, dat van den duinvoet niets meer verloren mag worden na den aanleg der verdediging. Echter zal dit bijna nooit het geval zijn en in ieder geval met de tegenwoordige ondervinding, mag men het nooit zoo ver laten komen, zooals uit het volgende zal blijken.

Legt men een strandverdediging aan, geheel als die bedoeld op blz 175, die dus in staat is om bij de toepassing van een duinvoetverdediging strand en duin te behouden, doch laat men de duinvoetverdediging achterwege, dan zal het volgende gebeuren.

De duinvoet blijft afnemen. De laag- en hoogwaterlijn zullen echter de zelfde ligging aannemen als in het geval, dat er een duinvoetverdediging aanwezig ware: er is toch geen enkele reden, waarom de ligging van de hoog- en laagwaterlijn nu een andere zou zijn. Aangezien dus de hoogwaterlijn op haar plaats blijft, zal bij achteruitgang van den duinvoet het droge strand verbreeden; deze verbreeding zal voortgaan, totdat de hoogte van het strand bij den duinvoet 2 M. + V. Z. bereikt, d. i. die hoogte, waarbij de duinvoet zonder eene kunstmatige verdediging in stand is te houden.

Door zoo te werken spaart men de duinvoetverdediging uit ten koste van één of meer achterwaartsche verlengingen van de hoofden, die zeer weinig kostbaar zullen zijn, en een versmalling van het duin.

In verband met vele verkeerde begrippen, die op dit punt blijken te bestaan, zij hier opgemerkt, dat, wanneer men bij den aanleg den hoofden zoodanige lengte buiten de bestaande laagwaterlijn geeft, dat deze op haar plaats blijft, er bij een verdediging volgens het nu behandelde systeem, waarbij dus de duinvoet aanvankelijk blijft achteruitgaan geen sprake van kan zijn, dat *het retireeren* de oorzaak zal zijn van de vermeerdering van diepte, welke onvermijdelijk aan de koppen der hoofden zal plaats hebben.

De bezwaren tegen het nog verder retireeren als gevolg van nog kortere lengte bij aanleg, zoodanig dat de laagwaterlijn aanvankelijk ook nog achteruitgaat, worden in hoofdstuk XVIII uitvoerig behandeld.

Uit het bovenstaande volgt, dat langs onze Hollandsche Noordzeekust enkel strandverdediging in het algemeen het goedkoopste en dus meest aangewezen middel is, om de veiligheid van de zeekeering te verzekeren.

XVII.

De inscharing achter het laatste eener reeks van hoofden.[1])

Het is een algemeen bekend verschijnsel, dat na den aanleg van een reeks hoofden een inscharing ontstaat aan de noordoostzijde hiervan. Dit verschijnsel heeft steeds veel zorg gebaard, daar gevreesd werd dat, wanneer eenmaal met een strandverdediging werd aangevangen, deze altijd noordoostwaarts zou moeten worden voortgezet, aangezien men tot die voortzetting gedwongen zou worden door de ontstane inscharing. Onherroepelijk zou, na den aanleg van nieuwe hoofden, noordoostelijker weder een inscharing ontstaan[2]).

Al had men geen inscharing benoordoosten een met hoofden verdedigd kustvak, zou men toch als regel na verloop van tijd de strandverdediging moeten uitbreiden.

---

1) Hierbij bijlage G.

2) Nog onlangs is door den Senaat der Technische Hoogeschool de volgende prijsvraag uitgeschreven:

„Door sommigen wordt beweerd, dat toepassing van het stelsel van „strandverdediging door aanleg van strandhoofden op onze Zuid- en „Noordhollandsche kust, dit eigenaardige bezwaar mede brengt dat, „wanneer eenmaal een strandvak volgens dat stelsel is verdedigd, als „gevolg daarvan, het onmiddellijk daaraan grenzende gedeelte van het „strand in ongunstiger toestand komt te verkeeren en men na korter of „langer tijd gedwongen wordt, ook dáár strandhoofden aan te leggen, die „anders zeer waarschijnlijk achterwege hadden kunnen blijven.

„Dit bezwaar komt dus hierop neer, dat een eenmaal op eenig punt „der kust aangevangen verdediging met strandhoofden zou verplichten „tot steeds voortgaande uitbreiding van die verdediging.

„Men vraagt:

„1e. Een beredeneerd overzicht van hetgeen de ondervinding omtrent „dit punt in Zuid- en Noordholland en wellicht ook elders langs onze „Noordzeekust geleerd heeft.

„2e. Zoo daaruit mocht blijken, dat de bedoelde bewering gegrond is, „middelen aan de hand te doen, welke er toe zouden kunnen leiden, het „bezwaar geheel of gedeeltelijk op te heffen."

Voor de beantwoording van deze prijsvraag werd de gouden eerepenning der Technische Hoogeschool uitgereikt aan den heer J. W. Thierry c. i.

Het is mij tot mijn spijt niet mogen gelukken bekend te raken met de uitkomsten van zijne onderzoekingen.

Als voorbeelden van strandverdedigingen, die eenige malen in de bedoelde richting werden uitgebreid, kunnen genoemd worden, die op de Noordkust van Walcheren en op de Noordkust van Schouwen, die van Delfland en van het eiland Vlieland. Toch moet men zeer voorzichtig zijn met het maken van de conclusie, dat de noodzakelijkheid van de uitbreiding altijd het *gevolg* was van de inscharing. Men legt namelijk een strandverdediging aan op een achteruitgaand strand en begint als regel, waar men dit het meest noodzakelijk oordeelt, b. v. daar, waar de duinregel het smalst is. De aangrenzende kustvakken gaan gewoonlijk even goed achteruit en er is geen enkele reden, waarom *deze* achteruitgang op zal houden, wanneer die van het verdedigde kustvak grootendeels of geheel opgeheven is. Ook zonder dat een inscharing bestond achter het laatste eener reeks hoofden, zou men gewoonlijk op den duur tot de verdediging der aangrenzende kustvakken moeten overgaan; zeker is het, dat die inscharing — welke, zooals nader zal worden uiteengezet, werkelijk bestaat — het oogenblik, waarop die uitbreiding een bepaald ververeischte wordt, zal bespoedigen.

Dat uitbreidingen onzer strandverdedigingen, zooveel vakergeschied zijn naar het noordoosten dan naar het zuidwesten is gedeeltelijk toe te schrijven aan toevallige omstandigheden.

Een der redenen, waarom men zoo groot gewicht hecht aan de inscharing benoordoosten de hoofden, is dat de ervaring heeft geleerd, dat men juist strandverdedigingen altijd noordoostwaarts moest uitbreiden. Er zal hieronder worden aangetoond, dat uitbreidingen zuidwestwaarts, alhoewel minder in aantal, toch wel zijn gemaakt en dat de ligging van vele oorspronkelijke strandverdedigingen zoodanig was, dat uitbreiding zuidwestwaarts niet kon geschieden, terwijl noordoostwaarts nog uitgestrekte onverdedigde stranden voorkwamen. De bedoeling — dit zij vooropgesteld — is echter in het geheel niet om daarmede het meerdere belang der inscharing benoordoosten de hoofden weg te redeneeren.

Op de noordkust van Walcheren (zie bijlage 4) sluit de oorspronkelijke strandverdediging aan den Westkapelschen dijk; op Schouwen neemt zij een aanvang (zie bijlage 6) juist bij een vrij geprononceerde bocht van het kustvak, terwijl dáár bovendien gedurende vele jaren een sterke toevoer van zand uit het westen is geweest; de hoofden benoorden de Pettemer zeewering sluiten aan de zuidzijde aan dien dijk. Het spreekt daarom van zelf, dat deze verdedigingen niet zuidwestwaarts konden worden uitgebreid.

In Delfland (zie bijlage 10) heeft men de oorspronkelijke strandverdediging zoowel zuidwestwaarts als noordoostwaarts moeten uitbreiden, zoodat aan de zuidwestzijde deze nu geheel ligt op het gebied, dat onder den invloed van de havendammen aan den Hoek van Holland staat.

Aan de noordzijde der Hondsbossche en Pettemer zeewering moest

men een strandverdediging aanleggen, doch ook aan de zuidzijde van de Hondsbossche zeewering is de toestand verre van rooskleurig, zoodat de aanleg van hoofden ook aldaar sinds jaren overwogen wordt.

Aan de zuidzijde der hoofden te Callantsoog is uitbreiding van de in 1899 aldaar aangevangen strandverdediging niet noodig gebleken; maar daartegenover staat, dat ook de verdediging benoorden Petten, in 1883 voleindigd, sindsdien niet meer is voortgezet. Wel wordt voortdurend de strandverdediging benoorden Callantsoog uitgebreid, maar dit is noodig, omdat het geheele kustvak aldaar achteruitgaat en dus geleidelijk verdedigd moet worden.

Op Vlieland heeft men de strandvérdediging zoowel westwaarts als oostwaarts uitgebreid, zoover als noodig was. Van een inscharing beoosten het oostelijkste hoofd is niets te bemerken, daar de toestand van het strand aldaar zeer gunstig is, van een bewesten het westelijkste evenmin; opmerking verdient daarbij, dat het meest westelijke hoofd bijna gelijk ligt met de westgrens der duinen.

Inscharingen aan de zuid-westzijde eener reeks hoofden zijn niet voorgekomen of zijn van betrekkelijk weinig belang geweest.

Dat onze strandverdedigingen zoo herhaaldelijk noordoostwaarts moesten worden uitgebreid en minder vaak naar het zuidwesten is — dit blijkt duidelijk uit bovenstaande — gedeeltelijk toe te schrijven aan toevallige omstandigheden.

Toch is wel aan te toonen, dat in werkelijkheid de inscharing aan de zuid-westzijde van een strandverdediging — zoo zij al bestaat — zeer gering is.

Zoo blijkt in de eerste plaats uit de in hoofdstuk VIII tusschen bl. 80 en 81 vermelde peilingen, dat van sterken achteruitgang bezuiden hoofd Ic voor Callantsoog geen sprake was van 1900—1909.

Evenzoo had bewesten hoofd 1 op het eiland Vlieland gedurende 20 jaren na den aanleg van dit hoofd geen merkbare achteruitgang plaats, terwijl iederen keer, dat eens eenige jaren gewacht werd met den aanleg van meer oostelijk gelegen hoofden, de inscharing oostelijk van het laatst voltooide hoofd zeer aanzienlijk was.

In het begin van de 19e eeuw was van de Delflandsche kust verdedigd het vak van strandpaal 115—111½, hoogst waarschijnlijk omdat dit toen het meest aangevallen was. Naar het noordoosten moest de verdediging herhaaldelijk en betrekkelijk spoedig worden uitgebreid, naar het zuidwesten niet vóór 1855.

Eenige gevolgtrekkingen uit bovenstaande.

Als eerste resultaat van onze beschouwingen kan gelden dat:

a. toevallige omstandigheden er toe medewerkten, dat de Nederlandsche strandverdedigingen betrekkelijk zelden zuidwestwaarts moesten worden uitgebreid;

b. dat uitbreiding in die richting nochtans op Vlieland en in Delfland wel heeft plaats gehad;

c. dat er aanwijzingen zijn, dat er geen noemenswaardige inscha-

ring is welke een gevolg zou zijn van de aanwezigheid van strandhoofden aan de N. O. zijde, alhoewel natuurlijk, wanneer een kustvak aan de zuidoostzijde van een reeks van hoofden, een neiging tot achteruitgang heeft. deze in weerwil van de noordoostelijk gelegen verdediging zal blijven bestaan en daardoor toch op den duur het verdedigde kustvak zal gaan uitsteken buiten het onverdedigde zuidwestelijker gelegene.

Algemeene opmerkingen omtrent de inscharing aan de noordoostzijde eener reeks hoofden.

Uit het op bl. 178 vermelde zijn reeds aanwijzingen genoeg te putten, dat werkelijk een inscharing aan de noordoostzijde eener reeks hoofden ontstaat. Met het oog op die inscharing is het nu van belang te weten:

1e hoeveel zij ten naastenbij bedraagt en tot hoeverre buiten het laatste hoofd zij zich doet gevoelen, waarbij wel onderscheid gemaakt moet worden tusschen:

a. den achteruitgang, welke ook plaats gehad zou hebben, wanneer de hoofden er niet geweest waren en

b. den achteruitgang voor zooverre die werkelijk het gevolg is van de inscharende werking.

2e of de inscharende werking op den duur voort blijft gaan, of dat er geleidelijk een evenwichtstoestand ontstaat. Is dit laatste het geval, dan zijn de gevolgen van die inscharing op den duur niet zoo groot als de achteruitgang in de eerste jaren zou kunnen doen vermoeden.

We zullen thans overgaan tot de beantwoording der eerste vraag.

Over de afmetingen van de inscharing benoordoosten eene reeks hoofden.

Zooals reeds werd opgemerkt is het van belang bij den achteruitgang. die achter het laatste hoofd plaats heeft, onderscheid te maken tusschen:

1e de inscharende werking;

2e de algemeene neiging tot achteruitgang van het kustvak.

Dit onderscheid te maken is echter zeer moeilijk. De werkelijk bestaan hebbende achteruitgang is na te gaan. Doch welke deze zou geweest zijn, wanneer de zuidwestelijk aangelegde hoofden niet hadden bestaan is niet met zekerheid vast te stellen. Wel is als regel bekend de mate van achteruitgang *vóór* den aanleg der zuidwestelijk gelegen hoofden. Dit kan dan een *aanwijzing* zijn voor den toestand waarin het kustvak ook later zou hebben verkeerd, wanneer de hoofden er niet geweest waren. Maar daar eenzelfde kustvak zoo dikwijls den eenen tijd afneemt en een anderen tijd weer aanwint, kortom lang niet altijd doorloopend in denzelfden toestand verkeert, geeft ook dit geen juisten maatstaf voor hetgeen geschied zou zijn zonder het bestaan van de meer zuidwestelijk gelegen hoofden. Wel kan een beschouwing van den toestand van het noordelijker

gelegen strand, dat niet onder den invloed verkeerd heeft van de hoofden, gedurende verschillende tijdvakken leeren of die toestand in het algemeen gunstig of ongunstig geweest is, maar door dit dan nog in de vergelijking op te nemen, wordt zij zeer gecompliceerd, terwijl men zich bovendien afvraagt, *hoe* men deze factor in rekening zal brengen.

Daarom is van de veronderstelling uitgegaan dat, zoo de aanleg van de zuidwestelijk gelegen hoofden achterwege gebleven ware, de jaarlijksche achteruitgang van het strand dezelfde geweest zou zijn, als deze gemiddeld was vóór den aanleg daarvan.

De omstandigheid, dat de duinvoet minder bewegelijk is dan de laag- en hoogwaterlijn, maakt het gewenscht, bij dit onderzoek de eerste als maatstaf voor de vergelijking aan te merken. Alleen op de Noordkust van Walcheren is voor het onderzoek de hoogwaterlijn gekozen hetgeen daar kon geschieden, omdat de strandschommelingen er betrekkelijk gering zijn; en in dat geval geeft een vergelijking van de hoogwaterlijn altijd een beter beeld, daar de ligging van den duinvoet een gevolg is van die der hoogwaterlijn en het zeer goed kan gebeuren dat, terwijl het strand reeds vrij langen tijd in rust is, de duinvoet nog achteruitgaat.

Wanneer men nu de verschillende kustvakken nagaat, dan blijkt, dat er betrekkelijk weinig zijn, waar een strandverdediging zoodanig is gelegen of gedurende vele jaren zoodanig was gelegen, dat de inscharing kan worden nagegaan, welke zich gedurende *een eenigszins langeren tijd* benoordoosten het verdedigde strandgedeelte heeft voorgedaan.

In aanmerking komen slechts de kustvakken benoordoosten hoofd 42 op het Noorderstrand van Walcheren gedurende de jaren 1892—1909, benoordoosten hoofd 18 aan de Oude Hoeve van 1868—1875, benoordoosten hoofd 34 van Delfland van 1867—1886, benoordoosten hoofd 45 van Delfland van 1896—1902, benoordoosten hoofd 46 van Delfland van 1902—1909 en benoorden hoofd XI bij Petten van 1888—1908.

Dank zij de welwillendheid, waarmede mij door bemiddeling van den Ingenieur van den polder Walcheren H. van Gelderen de uitvoerige strandmetingen, vanwege dien polder verricht, ter inzage zijn gegeven en de uitvoerige metingen en peilingen door den Rijkswaterstaat aan de Oude Hoeve en benoorden hoofd XI bij Petten gedaan, mocht het mij gelukken in bijlage G onder meer een overzichtelijk beeld te geven van hetgeen aldaar geschied is.

Terwijl men nu echter in Delfland op het punt van inscharingen de meeste ervaring heeft kunnen opdoen, ben ik helaas niet in de gelegenheid omtrent de inscharing achter de Delflandsche hoofden

zooveel mede te deelen, als ik wel wenschte, aangezien de Ingenieur van Delfland bezwaren had, mijn verzoek om inzage van peilingen en uitvoerige strandmetingen, door dit hoogheemraadschap gedaan, in te willigen.

Daarom stonden mij slechts ter beschikking de resultaten der metingen aan de Rijksstrandpalen, welke zich op een onderlingen afstand van 1000 M. bevinden, een afstand te groot om het verloop der inscharing voldoende te leeren kennen. Aangezien deze metingen echter wel er toe kunnen dienen om na te gaan of de inscharing achter deze Delflandsche hoofden ongeveer overeenkwam met die, welke elders heeft bestaan, zijn zij in de bijlage G opgenomen.

Bovendien is met behulp van bijlage H van het verslag omtrent den toestand van Delfland over de dienstjaren 1887/1888 en 1888 nagegaan welke waarschijnlijk gedurende de jaren 1867—1878 en 1878—1883 per jaar de achteruitgang van den duinvoet geweest is op verschillende afstanden van het in 1867 aangelegde hoofd 34. De uitkomsten zijn in bijlage G afzonderlijk vermeld.

Ten slotte kunnen omtrent de inscharing, welke benoordoosten de hoofden van het ververschingskanaal, na aanleg van die hoofden plaats had, eenige bijzonderheden worden ontleend aan het rapport van den ingenieur van Delfland van 15 October 1894. [1]

Daaruit blijkt, dat de laagwaterlijn, hoogwaterlijn en duinvoet „in het jaar 1878 alle drie vrij wel evenwijdig aan elkander en even- „wijdig aan de strandpalen-meetlijn liepen.

„Van het jaar 1878 tot het jaar 1887 hebben deze drie lijnen zich „vrijwel evenwijdig over een betrekkelijk kleinen afstand landwaarts „verplaatst. De laagwaterlijn verplaatste zich evenwijdig landwaarts „het meest, de hoogwaterlijn wat minder en de duinvoet nog minder.

„Van af het jaar 1887, het jaar van den aanleg der hoofden van „het Ververschingskanaal, beginnen de laagwaterlijn, hoogwaterlijn „en duinvoet zich sterk landwaarts te verplaatsen; ook hierbij valt „op te merken, dat de laagwaterlijn zich het meeste landwaarts ver- „plaatst heeft, daarna de hoogwaterlijn en de duinvoet het minst.

„Het onderzeesche strand verlaagt dus meer dan het bovenstrand.

„De grootste landwaartsche verplaatsing (inscharing) in het tijdvak „1887—1894 heeft plaats gehad bij strandpaal 101^{500} en van daar met „eenige vermindering vrij wel evenwijdig tot aan strandpaal 100^{750} „doorloopende.

„Over deze lengte van het strand is achterwaarts een breede duin- „regel aanwezig. Van af strandpaal 100^{750} tot aan strandpaal 100^{500}

---

1) Afgedrukt als bijlage M bij het Verslag over Delfland van 1894.

„vermindert de landwaartsche verplaatsing der dieptelijnen en richten „de laagwaterlijn, hoogwaterlijn en duinvoet zich weer zeewaarts.

„Van af strandpaal 100500 tot aan strandpaal 99500 is de land-„waartsche verplaatsing slechts weinig en loopen de dieptelijnen „evenwijdig aan hare vroegere richting, terwijl bij 99500 de aanwinst „begint."

Uit bovenstaande blijkt, dat van 1887–1894

1e. de grootste landwaartsche verplaatsing geschiedde van 500–1250 M. benoordoosten de hoofden;

2e. deze van af 1250 M. buiten de hoofden verminderde, en op 2500 M. buiten de hoofden niet meer bestond.

Neemt men daarbij in aanmerking, dat:

1e. gedurende de eerste elf jaren na den aanleg van hoofd 34 van Delfland de grootste inscharing schijnt geweest te zijn van 400—1200 M. benoordoosten dit hoofd en deze van hier af verminderde, en op 3000 M. van het hoofd niet meer bestond, [1])

2e. de uitvoerige metingen benoorden hoofd XI bij Petten leeren, dat van 1888–1898 de grootste landwaartsche verplaatsing geschiedde van 600—1400 M. benoordoosten de hoofden en zij van daar af geleidelijk minder werd [1]) en

3e. ook hetgeen de Rijksstrandmetingen elders in Delfland omtrent dit punt voor aanwijzingen geven, zeer goed met het op genoemde kustvakken waargenomene overeenstemt, [1])

dan mag aangenomen worden, dat *gedurende den eersten tijd na den aanleg eener reeks hoofden de inscharing benoordoosten hiervan het grootst is op den afstand van 500 tot 1250 à 1500 M. van het laatste hoofd* en dat zij van daar af geleidelijk minder wordt en op den afstand van 2500 à 3000 M. verdwijnt.

Een maximum inscharing gedurende de eerste 10 jaren van 5 M. per jaar kan als normaal worden aangemerkt.

Op de meer beschermde stranden aan de Oude Hoeve en op Walcheren blijkt de inscharing reeds dichter bij het laatste hoofd een maximum te bereiken, terwijl dat maximum niet zoo groot is als aan het Delflandsche strand.

Over de vraag of de inscharende werking benoordoosten eener reeks hoofden op den duur minder wordt.

Thans overgaande tot de beantwoording van de tweede vraag n.l. of de inscharende werking op den duur voort blijft gaan, of dat geleidelijk een evenwichtstoestand zal ontstaan, stuit men op de moeielijkheid dat het slechts zelden gebeurd is, dat een hoofd gedurende een tijdvak, waarover behoorlijke strandmetingen beschikbaar zijn, langer dan 10 jaren het laatste eener reeks was.

De kustvakken, die voor een onderzoek omtrent de gestelde vraag

[1]) Zie bijlage G.

in aanmerking komen, zijn die benoordoosten hoofd 42 op de noordwestkust van Walcheren van 1892 tot 1909, benoordoosten hoofd 34 van Delfland van 1867—1883 en benoordoosten hoofd XI bij Petten van 1888—1908, waarbij opgemerkt moet worden, dat de cijfers, die omtrent Delfland kunnen worden verschaft, slechts waarschijnlijke waarden geven.

Na beschouwing van bijlage G is men geneigd aan te nemen, dat over het gedeelte van de kust, waar de inscharing het eerste tijdvak het grootst was, deze laatste gedurende het tweede tijdvak minder bedroeg. Echter moet er nogmaals de nadruk op gelegd worden, dat het aantal gegevens, waarop deze uitspraak berust zeer gering is, zoodat er niet te veel waarde aan moet worden gehecht.

Noordoostelijker echter, ter plaatse, waar de aanval den eersten tijd niet zoo overheerschend was, bleef hij in het tweede tijdperk bestaan, zonder neiging te vertoonen om minder te worden, veeleer schijnt hij daar te zijn toegenomen.

De gegevens, waaruit het bovenstaande opgemaakt kan worden, zijn helaas zoo gering in aantal en dan nog gedeeltelijk zoo onvolledig, dat men huiverig is, daaruit algemeene gevolgtrekkingen te maken.

Gaat men evenwel hiertoe over, dan zal echter de waarde dier gevolgtrekkingen zeer vergroot worden, wanneer blijkt dat, hetgeen geschied is aan weerszijden van de havendammen te IJmuiden, hiermede niet in strijd is.

Thans zullen eerst deze gevolgtrekkingen neergeschreven worden en daarna getracht worden ze te verklaren, om ten slotte aan te toonen dat, hetgeen de ondervinding te IJmuiden geleerd heeft, hiermede zeer goed in overeenstemming is te brengen.

Conclusiën en eenige algemeene opmerkingen.

De waargenomen feiten zouden er op wijzen, dat

1e de jaarlijksche inscharing *dicht bij het laatste eener reeks hoofden, daar, waar die kort na den aanleg zeer groot was, vrij spoedig tot rust komt, of in ieder geval zeer sterk vermindert*;

2e *langeren tijd na den aanleg der hoofden de sterkste aanval zich op grooteren afstand doet gevoelen, dan den eersten tijd na den aanleg.*

Hiermede zijn de beide vroeger gestelde vragen beantwoord, waarbij dan geruststellend is, dat daar, waar de aanval aanvankelijk het sterkst is, deze al spoedig zeer vermindert; hiertegenover staat, dat een flink eind noordoostelijker van de hoofden, zoolang dit kan worden nagegaan een sterke aanval blijft bestaan. Aangezien als regel de aanval benoordoosten het laatste hoofd reeds spoedig noopte tot den aanleg van nieuwe hoofden, strekt het onderzoek zich nergens over meer dan 20 jaren uit.

Verklaring voor het ontstaan der inscharing benoordoosten eener reeks hoofden.

Thans zal getracht worden een verklaring te geven voor den versterkten aanval, die benoordoosten het laatste eener reeks hoofden plaats heeft.

Denkt men zich in zee het oogenblik van hoogwater, dat is het tijdstip, waarop de snelheid van het noordoostgaand getijde het grootst is, dan trekt langs de koppen eener reeks hoofden een stroom, die het sterkst is vlak voor die koppen, zich tusschen de hoofden eenigszins waaiervormig ontplooit en daar secundaire stroomen en neeren veroorzaakt (zie vorige hoofdstuk).

Trekt de stroom voorbij het laatste hoofd, dan zal ook hiervoor — evenals voor de andere hoofden — een stroomversnelling plaats hebben; voorbij dit hoofd zal de hoofdstroom zijne richting echter eenigszins wijzigen en op de kust gericht worden. Aangenomen moet n.l. worden dat op zekeren afstand benoordoosten de hoofden de doorgaande getijstroom zich ook zal doen gevoelen vlak langs de kust, m. a. w. er zal een punt zijn, waar de invloed van de hoofden in het geheel niet meer merkbaar is. Duidelijk is het dat, waar de hoofdstroom voor de hoofden buiten de lijn a c (zie fig. 6 bijlage 18) zal blijven en een eind noordoostelijker zooveel dichter de kust nadert, er een stroom moet zijn, die het, in het gedeelte d d″ f″ f noordoostwaarts trekkende, water aanvult. De eenige denkbare wijze, waarop dit kan geschieden, is dat bij c de hoofdstroom zich een weinig ombuigt en dus eenigermate op den wal gericht wordt (volgens de richting c d″) Zeer goed begrijpelijk is het dan ook, dat daar, waar die stroom op den wal aanloopt en genoodzaakt wordt zijne richting evenwijdig aan de kust te hernemen, een sterkere aanval is dan elders. Hieruit volgt, dat deze aanval op den duur weinig zal verminderen en dat hij plaats heeft op vrij grooten afstand der hoofden, daar toch niet aan te nemen is, dat de hoofdstroom zich om het punt c zeer plotseling ombuigt. Men is daarom ook geneigd de blijvende achteruitgang op vrij grooten afstand uit de hoofden toe te schrijven aan den, op de kust zich richtenden, getijstroom.

Neemt men aan, dat de hoofdstroom tot grens heeft de lijn a c d″ f″, dan zal, op dezelfde wijze als tusschen twee hoofden, ook voorbij het laatste hoofd een secundaire stroom en een neer ontstaan; en waar nu gebleken is, dat de onderlinge afstand der hoofden van zoo overwegenden invloed is op deze neer, daar baart het toch zeker geen verwondering, dat die achter het laatste hoofd zeer sterk is. Omdat nu de neer tusschen twee hoofden wel den eersten tijd verdieping tusschen die hoofden ten gevolge heeft, maar deze werking dan vrij spoedig ophoudt, spreekt het haast van zelf, dat verwacht mag worden, dat de neer voorbij het laatste hoofd ook slechts zoo

lang verdiepend zal werken, totdat zij zich de ruimte veroverd heeft, welke zij behoeft om zich behoorlijk te vormen.

De inscharing kort achter de hoofden, die spoedig tot rust komt, is dan ook toe te schrijven aan de neer.

Waarom de inscharing aan de noordoostzijde eener reeks hoofden zooveel sterker is dan aan de zuidwestzijde.

De vraag, die nu nog te beantwoorden zal zijn, is, waarom aan de noordoostzijde eener reeks hoofden de inscharing zooveel sterker optreedt dan aan de zuidzijde.

Hiervoor zijn drie redenen op te geven:

1e. het noordoostgaand tij is sterker dan het zuidwestgaand tij;

2e. het sterkste noordoostgaand tij loopt bij hoogwater; het sterkste zuidwestgaand tij bij laagwater;

3e. nieuw zand wordt als regel door het noordoostgaand tij aangevoerd.

Het sub 1e genoemde heeft ten gevolge, dat zoowel de neer, als de op de kust gerichte stroom, sterker is aan de noordoost- dan aan de zuidwestzijde eener reeks hoofden.

Wat het sub 2e genoemde betreft, het noordoostgaand tij loopt bij hoogwater, en kan dus direct invloed uitoefenen op het natte strand, evenals de neer die er door wordt opgewekt. Het zuidwestgaand tij loopt omstreeks laagwater en daarom kan dit slechts directen invloed uitoefenen op den onderzeeschen oever; op den toestand van het natte strand kan die invloed slechts indirect zijn. Daar nu de ligging van den duinvoet in hoofdzaak slechts direct afhangt van het natte en droge strand en in zeer veel mindere mate van den onderzeeschen oever, is het duidelijk, dat zich aan den duinvoet eerder eene afname van het natte strand dan eene van den onderzeeschen oever doet gevoelen.

Wat het sub 3e vermelde betreft, zij opgemerkt, dat een waterdeeltje zich langs onze kust op den duur van het zuidwesten naar het noordoosten beweegt, aangezien het noordoostgaand tij sterker is dan het zuidwestgaand. Hieruit is dan ook gereedelijk op te maken, dat een zanddeeltje door de getijstroomen op den duur naar het noordoosten wordt gedreven. Hierbij komt dan nog, dat bij stormen de winden langs onze kust een richting hebben veelal tusschen Z.W. en N.W. waardoor het noordoostgaand tij bij storm sterk wordt aangewakkerd, terwijl dit met het zuidwestgaand tij niet het geval is. En juist bij storm bevindt zich het zand in een toestand waarin het gemakkelijk weggevoerd wordt.[1])

---

[1]) In § 12 van de „Beoordeeling van het door Jhr. H. Th. Hora Siccama „opgemaakt ontwerp eener zeehaven te Scheveningen" deelt de toenmalige Inspecteur van den Waterstaat J. F. W. Conrad het volgende mede omtrent oorzaken der zandverplaatsing langs onze kust:

Bij een zuidwesten storm wordt dus gedurende het noordoostgaand tij veel zand mede langs onze kust gevoerd. Het is nu duidelijk, dat onder dergelijke omstandigheden aan de zuidwestzijde van een reeks hoofden veel zand opgevangen wordt. Aan de andere zijde daarentegen werkt feitelijk alles samen om bij storm een ongunstigen toestand te doen ontstaan gedurende het noordoostgaand tij en wel,

1e. de op de kust gerichte stroom heeft een groote snelheid,

2e. de opgewekte neer is sterk,

3e. het over de verschillende hoofden getrokken water zal het daarin oorspronkelijk opgeloste zand hebben verloren tegen dat het over het laatste hoofd stort en zal toch op eenigen afstand voorbij het hoofd gekomen weder met zand bezwangerd zijn Dit zand nu moet afkomstig zijn van het strand gelegen benoordoosten de hoofden.

De boven bedoelde aanvoer van zand aan de zuidwestzijde der

De Zuid- en Noord-Hollandsche kust en de daarvoor gelegen onderzeesche oever, waarvan de dieptelijnen den vasten wal langzaam, doch voortdurend naderen en waarop geene ondiepe banken worden aangetroffen, ligt niet onder den invloed van den aanvoer van vaste stoffen uit het Nauw van Calais.

De zandverplaatsing langs de concave Hollandsche kust is het gevolg van de daaraan evenwijdig en van de daarover loopende getijstroomen. In gewone getijen is de zandverplaatsing gering, omdat de ingetreden evenwichtstoestand niet gestoord wordt, doch zij geschiedt in groote mate door den abnormalen toestand, waarin de zee tijdens stormvloeden verkeert.

Die stormvloeden toch versterken niet alleen de gewone getijstroomen en doen eenen over en beneden het strand zeewaarts afloopenden stroom ontstaan, die het zand medevoert, maar zij veroorzaken eene golfbeweging, die den voornamelijk uit zand bestaanden onderzeeschen oever der kust tot de diepte van ongeveer 4 tot 5 M. beneden laagwater, benevens het zandige natte en vooral het droge strand, dat meestal los en bewegelijk is, tot stormvloedshoogte, en ter diepte van eenige centimeters onder de oppervlakte in beroering brengt, en die den voet en het buitenbeloop der duinen afslaat.

De getijstroomen houden dat losgewoelde afgeslagen en zeewaarts gevoerde zand, vooral tijdens stormvloeden, zwevende en voeren het mede tot het in luwe hoeken of in de grootere diepten, waar de stroom en de golven niet krachtig genoeg meer werken, gelegenheid vindt om te bezinken.

Aangezien de dieptelijnen van 15 M. beneden laagwater de kust naderen, zoo moet de stroom op die diepte onder sommige omstandigheden nog voldoende snelheid hebben om den zandbodem der Noordzee uit te schuren; trouwens eene in 1878 op 3000 M. buiten den duinvoet te IJmuiden in zee gestorte aanzienlijke hoeveelheid baggerspecie op den 11 tot 12 M. beneden laagwater diepen bodem is thans grootendeels door de getijstroomen opgeruimd.

Op meerdere diepte dan 4 tot 5 M. beneden laagwater mag de golfbeweging nog merkbaar zijn, doch zij heeft dáár het beschadigend vermogen verloren.

hoofden moet daar gunstig op den toestand van het strand werken en ten gevolge hebben, dat de inscharende werking, die op gewone dagen ook daar, alhoewel in geringere mate dan aan de noordoostzijde zal plaats hebben, nog weder grootendeels of geheel wordt opgeheven.

Verklaring van de verschijnselen, die zich voorgedaan hebben te IJmuiden.

Zooals reeds werd medegedeeld, zal de hierboven ontwikkelde theorie, opgebouwd aan de hand van hetgeen is waargenomen ter weerszijden van eene reeks hoofden, worden getoetst aan de ondervinding, opgedaan te IJmuiden. We zullen nagaan of de verschijnselen, daar geconstateerd, volgens deze theorie zijn te verklaren.

In het kort komt, hetgeen wederzijds die havendammen van IJmuiden geschiedde, op het volgende neer (Zie hoofdstuk X):

In de eerste plaats brachten de hoofden te IJmuiden, die oorspronkelijk 1200 M. buiten het natte strand uitstaken, de laagwaterlijn onmiddellijk buiten de hoofden ongeveer 300 M. naar buiten en die aanwinnende invloed der hoofden deed zich over een afstand ongeveer gelijk aan hunne lengte gevoelen. Dit komt vrijwel overeen met hetgeen ook benoorden het Noorderhoofd aan den Hoek van Holland is waar te nemen.

Deze aanwinnende werking dicht bij de hoofden deed zich na 1886 niet meer, of in veel minder sterke mate dan voor dien tijd gevoelen [1]).

Op grooteren afstand van de hoofden dan 1200 M. schaarde het strand ten gevolge van de hoofden in tot ongeveer 4 K. M. buiten de havendammen. Ook van een voortzetting van die inscharing is in het tijdvak van 1886 tot heden niet gebleken.

De havendammen te IJmuiden hebben dus in de eerste jaren na hunnen aanleg een sterke verandering van het strand tengevolge gehad, n.l. een aanwinnende werking dichtbij en een inscharende werking wat verder van de hoofden af, doch vrij spoedig (10 à 20 jaren na den aanleg der hoofden) ontstond ongeveer een evenwichtstoestand. De inscharing duurde in elk geval niet meer voort.

Deze verschijnselen kunnen aldus worden verklaard:

De blijvende achteruitgang, die op een vrij grooten afstand buiten eene reeks strandhoofden plaats heeft, werd hierboven toegeschreven aan den, op den wal gerichten, stroom. Wanneer men nu in aanmerking neemt, dat die blijvende inscharing plaats heeft tot op een afstand van ongeveer 1500 M. buiten het laatste strandhoofd en dien afstand vergelijkt met de lengte van de strandhoofden, dan blijkt dat de, op

---

[1]) Het Noorderhoofd is aangelegd in de jaren 1867—1877, het Zuiderhoofd in de jaren 1869—1875.

den wal gerichte, stroom een zeer scherpen hoek met de kust vormt. In verband hiermede zou te verwachten zijn, dat — met het oog op de aanzienlijke lengte der havenhoofden te IJmuiden — zeer ver (b. v. 10 à 20 K.M. of nog meer) benoorden en misschien ook bezuiden de hoofden een blijvende inscharing zou plaats hebben. Van het bestaan van een dergelijke inscharing is echter — bij raadpleging van de Registers van strandmeting — in het minst niet gebleken. In de allereerste plaats zal men nu trachten te verklaren, hoe het komt, dat deze inscharing niet ontstaan is.

Met het oog op den scherpen hoek, dien de getijstroom, wanneer hij langs het laatste eener reeks hoofden getrokken is, met den wal maakt, heeft een kleine verandering in de grootte van dezen hoek een grooten invloed op de plaats, waar de kust aangevallen wordt: en aangezien aangenomen moet worden, dat onder verschillende omstandigheden, zooals daar zijn: verschillende vloedhoogte, stroomsterkte en windrichting, deze hoek verschillend is, zal de aanval van den stroom telkens plaats hebben op een ander deel van de kust. Neemt men aan, dat die aanval afwisselend over een zeker gedeelte van een kustvak lang *a* werkt, dan zal de werking op een bepaald deel van het strand minder nadeelig zijn naarmate *a* grooter is.

Neemt men nu aan, dat de hoek, dien de getijstroom, na het laatste hoofd voorbij getrokken te zijn, onder bepaalde omstandigheden met de kust maakt, dus ook de maximum- en minimumwaarde van dien hoek, onafhankelijk is van de lengte van het hoofd, dan is het duidelijk dat bij lange hoofden *a groot* en dus de stroomaanval op de kust *gering* zal zijn.

Zoo is dus wel het feit te verklaren, dat aan weerszijden der lange havendammen te IJmuiden geen blijvende inscharing op den hierboven bedoelden zeer grooten afstand der hoofden merkbaar is.

Thans zal er toe worden overgegaan een verklaring te geven voor het ontstaan van de inscharing op 1.5 tot 4 K.M. bezuiden het zuidelijke en op ongeveer even grooten afstand benoorden het noordelijke havenhoofd.

Duidelijk is het na alles, wat in dit en in het vorige hoofdstuk over de neer is medegedeeld, dat er een sterke neer zal ontstaan bij noordoostgaand tij aan de noordzijde, met zuidwestgaand tij aan de zuidzijde der havendammen. Er is steeds gebleken, dat de neer neiging heeft den zeebodem zoolang te wijzigen, totdat zij zich behoorlijk kan vormen, maar dat, wanneer die wijzigingen eens hebben plaats gehad, hare invloed zich niet — of slechts weinig — meer doet gevoelen. Aan de aan weerszijden van de havendammen te IJmuiden bestaande neeren kan worden toegeschreven:

1e het ontstaan van de inscharing een eind benoorden en een

eind bezuiden de hoofden, welke inscharingen tot rust kwamen, 2e de eigenaardige vorm der aanzanding.

Dit laatste vereischt eenige toelichting. De havendammen werken als zandvangers en hoe luwer de plaatsen zijn, waar zand kan bezinken, des te meer zand zal er zich ophoopen. Daarom zal de ophooping van zand grooter zijn naarmate men dichter komt bij het snijpunt van den havendam en de kust. De neer werkt uit den aard der zaak strandafnemend. Daar waar nu meer zand opgevangen wordt, dan wordt weggeschuurd, zal aanwinst plaats hebben. Aan de hand hiervan is de vorm van die aanwinst zeer goed te verklaren en bovendien, dat op een gegeven oogenblik een evenwichtstoestand zal ontstaan.

Wat echter nog bevreemding kan verwekken, is dat de aanzanding aan de zuidzijde niet meer was dan aan de noordzijde, en de inscharing niet zoo heel veel minder, geheel in tegenstelling met hetgeen aan weerszijden eener reeks hoofden werd waargenomen. Dit zal wel in hoofdzaak zijn toe te schrijven aan het zand, dat benoorden het Noordelijke hoofd op het strand is gestort (vergelijk hoofdstuk X).

Nadere beschouwingen omtrent de inscharing aan de noordoostzijde eener reeks hoofden.

Door den aanleg van een strandverdediging bereikt men dat:

1e. het verdedigde kustvak reeds dadelijk of na eenigen tijd niet meer zal achteruitgaan;

2e. er gedurende het eerste tiental jaren na den aanleg een sterke inscharing ontstaat op betrekkelijk korten afstand van het meest noordoostelijke hoofd, welke inscharende werking echter niet voort blijft duren;

3e. er een, gedurende langeren tijd aanhoudende, aanval ontstaat op grooteren afstand benoordoosten het laatste hoofd. Deze aanval is echter lang zoo sterk niet, als die gedurende de eerste jaren *dicht* benoordoosten dit laatste hoofd.

Aan de hand van het bovenstaande zullen eenige beschouwingen gegeven worden omtrent den aanleg van hoofden.

Denkt men zich een kustvak A en benoordoosten daarvan successievelijk kustvakken B en C; A gaat langzaam achteruit en B en C zijn in evenwicht. A en B worden beschermd door een smalle duinregel terwijl die voor C breed is.

Het gevolg van den aanleg van een strandverdediging voor A zal zijn, dat de aanval op het gedeelte van B, gelegen dicht bij A, versterkt wordt, zoodat dit kustvak achteruit zal gaan en omdat hier niet veel te verliezen is, zal zeer spoedig tot strandverdediging voor dit kustvak B moeten worden overgegaan en deze moeten worden voortgezet tot men C bereikt heeft. Hier kan eenig verlies geen kwaad en verder behoort men dan ook voorloopig de strandverdediging niet uit te strekken.

Want wat zou men er mede bereiken deze voort te zetten? De inscharing, die zich, zonder dat C verdedigd wordt, benoorden B zal vormen, zou, zoo ook vóór C hoofden aangelegd werden, daar ter plaatse niet kunnen ontstaan; maar noodwendig zou zich dan een inscharing vormen aan de noordoostzijde van het hoofd, dat bij die voortgezette verdediging het laatste zou zijn. Men zou slechts bereiken dat de inscharing werd verplaatst.

Is men tot de verdediging van het vak A bepaald genoodzaakt geworden dan weet men van te voren, dat die over vak B zal moeten worden voortgezet, totdat men vak C bereikt, waar de inscharing zonder bezwaar kan worden afgewacht.

Is vak B zeer groot, dan zal men dus huiverig zijn A te gaan verdedigen en in dit geval zal men tot het uiterste wachten.

Bovendien zal niemand er over denken, wanneer C eens bereikt is, de verdediging nog verder uit te strekken. Zelfs het motief, dat men niet meer van den vaderlandschen grond (al is het dan ook bijna waardelooze duingrond) mag verliezen, kan hier niet gelden, daar bij noordoostwaartsche uitbreiding der verdediging, hetgeen hier bewaard wordt, elders zal verloren gaan, tenzij men aansluiting kan verkrijgen aan een reeds vroeger verdedigd kustvak.

Deze beschouwingen zullen worden toegelicht aan hetgeen in Delfland is geschied.

In 1867 bereikte men met de hoofden (zie bijlage 10) paal 104.5 en daarmede kan men vak A als geheel verdedigd beschouwen. Bovendien hebben benoorden paal 104.5 de duinen een vrij groote breedte, zoodat vak B hier feitelijk niet bestaat en de achteruitgang benoordoosten het laatste hoofd langen tijd onbezorgd kon worden tegemoet gezien. Ter plaatse van strandpaal 102 werden in 1887 de twee hoofden van het Ververschingskanaal aangelegd, ongeveer evenver in zee reikende als dit in Delfland als regel met strandhoofden het geval is. Aan de noordoostzijde hiervan ontstond nu ook een inscharing en waar nu twee inscharingen zich vormden zoo dicht bij elkander is het zeer duidelijk, dat Delfland tusschen paal 104.5 en 102 eenige hoofden aanlegde om de inscharingen benoordoosten paal 104.5 verder te ontgaan. Die hoofden werden gelegd op onderlingen afstand van 500 M. Aangezien bij dezen aangenomen onderlingen afstand een vrij aanzienlijke strandverhooging plaats had, blijkt dat deze afstand nog grooter had kunnen zijn.

Toen men eenmaal met de verdediging den mond van het Ververschingskanaal had bereikt, was men aangeland aan vak B in zijn zuiveren vorm. Van nature ging dit vak vroeger niet of weinig achteruit en de aanwezigheid van kostbare hotels enz. was oorzaak, dat achteruitgang hier ook niet geduld kon worden en spoedig

was men dan ook verplicht (in 1895 en 1896) nog een 5-tal hoofden op afstanden van 500 M. aan te leggen om de inscharing noordelijker te verplaatsen. En toen door de wenschelijke uitbreiding van den strandmuur en het plaatsen van villa's op het duin, vak B nog grooter werd, moest men in 1902 een zesde hoofd aanleggen. De inscharing is nu verplaatst benoorden de badplaats Scheveningen; daarmede is echter vak C bereikt, aangezien de duinen van af dit punt een groote breedte hebben en het is dan ook niet te verwachten dat Delfland voorloopig de strandverdediging verder noordoostwaarts zal uitstrekken.

Is vak A zeer groot en besluit men tot de verdediging ervan over te gaan, dan zal men niet gelijktijdig hoofden over de geheele lengte van het kustvak kunnen aanleggen. Echter zal het dan toch wenschelijk zijn zoo spoedig mogelijk de geheele verdediging gereed te hebben.

Eigenaardig is het dan ook weer dat, wanneer men eenmaal besloten is, waar met den aanleg der hoofden zal worden aangevangen, men als regel later niet meer vrij is in de keuze van de plaats der hoofden, in het volgende jaar te maken. Men zal door de zich vormende inscharing genoodzaakt zijn de verdediging noordoostwaarts uit te breiden.

De vraag rijst nu of het niet mogelijk is, vak A te verdedigen en vak B onverdedigd te laten.

Ware de neer de groote vijand, dan zou wellicht een middel te vinden zijn, om den invloed daarvan op de kust te ontgaan. Dit zou dan kunnen bestaan in het aanleggen van een kort hoofd een eind benoordoosten het laatste der reeks. Een dergelijk kort hoofd zou de neer in den weg staan, terwijl het, aangezien de getijstroom er een eind van af blijft, geen nieuwe neer zal doen ontstaan.

Maar op den duur is de eigenlijke vijand de getijstroom, die zich, ombuigende om het laatste hoofd, richt op de kust, en er bestaat geen ander middel om den slechten invloed daarvan tegen te gaan, dan het punt, waarom de getijstroom heen buigt, zoodanig te kiezen, dat hij zich richt op een deel van de kust waar zulks geen kwaad meer kan doen. Dit is alleen te bereiken door de strandverdediging voort te zetten over vak B.

Dit vak B zal echter voldoende verdedigd zijn, wanneer de hoofden beletten, dat de stroom zich op de kust richt, want dan is de eenige oorzaak, waardoor het vak B in ongunstige conditie zou geraken, vermeden. Met dit doel kunnen de hoofden zeer ver van elkander liggen, hetgeen o. a. bewezen wordt door het feit, dat voor en be-

zuiden den Scheveningschen strandmuur de hoofden 500 M. van elkander liggen en in weerwil daarvan aanzanding hebben veroorzaakt.

De vraag rijst nu nog of bij een zoo grooten afstand der hoofden de neervorming tusschen de hoofden niet sterk is en of dit in verband met hetgeen op bl. 168 en 169 is medegedeeld niet met zich brengt, dat de laagwaterlijn ver tusschen de hoofden gaat doordringen. Maar dan moet worden opgemerkt, dat deze beschouwing niet meer opgaat — zooals vroeger reeds werd vermeld — zoodra de algemeene neiging tot aanwinnen grooter is dan de afnemende werking van de neer En waar hier nu voorop werd gesteld, dat zonder hoofden een evenwichtstoestand bestond, moeten de hoofden een neiging doen ontstaan tot aanwinst. De toestand, waarbij de winst wordt opgeheven door de werking van de neer is in dit geval de evenwichtstoestand en deze bleek b. v. voor Scheveningen te bestaan bij een laagwaterlijn, die meer naar buiten lag dan bij den aanleg der hoofden.

In verband hiermede zij er op gewezen, dat men goed zal doen, het vak B te verdedigen door hoofden wier zeeëinden liggen in een rechte lijn evenwijdig aan de kust. Maakt men b. v. het eerste hoofd van het vak B zoo kort, dat de lijn, die het laatste hoofd van A hiermede verbindt, op de kust gericht is, dan heeft de getijstroom bij het eerste hoofd van B reeds een richting naar de kust en het ligt voor de hand, dat men in dat geval het tweede hoofd van B dichter bij het eerste moet leggen, dan anders ware noodig geweest. Daarom schijnt, bij de verdediging van het vak B, bezuiniging beter te verkrijgen door den afstand der hoofden wat groot te nemen, dan door hun lengte te verminderen. En de verdediging voor Scheveningen heeft afdoende bewezen, dat in zoo'n geval die afstand groot kan zijn!

We komen dus tot de slotsom dat,

1e. de verdediging van vak A die van vak B noodzakelijk maakt;

2e. de hoofden voor B aanzienlijk verder van elkander gelegen kunnen zijn dan voor A;

3e. is men met de verdediging tot C gekomen, er geen reden is, deze noordoostwaarts voort te zetten.

XVIII.

Over de constructie van strandhoofden.
A. Het lengteprofiel.

Algemeene opmerkingen.

De aanlegkosten van een strandverdediging met behulp van hoofden hangen af van de kosten per hoofd en van den onderlingen afstand der hoofden.

De kosten van een strandhoofd zijn *zeer afhankelijk van het lengteprofiel* in zooverre, dat een aanzienlijke lengte buiten de laagwaterlijn en een groote hoogte boven het strand bij den aanleg van de hoofden, deze zeer duur maken.

Daarom zal in de eerste plaats worden nagegaan door welke beschouwingen men tot het vaststellen van een gewenscht lengteprofiel kan geraken. De juistheid van deze beschouwingen zal worden getoetst aan de ondervinding, opgedaan met bestaanden hoofden volgens verschillende lengteprofielen aangelegd.

De hoogte aan het zeeëind van het gezette werk.

Het zeeëind van het *gezette werk* moet overal *minstens* zoo hoog gelegen zijn, dat het zetwerk bij laagwater kan worden uitgevoerd. De geringste hoogte, welke de bovenkant van het zetwerk kan hebben, houdt daarom verband met de lengte der zuilen. Praktisch is het mogelijk het zetwerk nog te maken, wanneer de bovenkanten der zuilen iets meer dan hunne gemiddelde lengte boven laagwater uitsteken. Past men aan het zeeëinde nog eenige tonrondte toe, dan moet de hoogte van de aslijn van het hoofd daar ter plaatse nog zooveel hooger worden als die tonrondte bedraagt. Eenige tonrondte b. v. van 20 of 30 c.M. wordt gewoonlijk wenschelijk geacht, met het oog op stevig zetwerk.

Door bovenstaande is de minimum hoogte van de aslijn aan het zeeëinde van het gezette werk bepaald.

Is de diepte aan den kop van het hoofd groot, hetgeen als regel het geval zal zijn, wanneer die kop ver buiten de laagwaterlijn uit-

steekt, dan zal het hoofd daar hoog boven den zeebodem reiken, hetgeen het zeeëinde duur maakt.

Een nadeeligen invloed heeft deze groote hoogte op *den onderzeeschen oever* niet, daar de, over het hoofd stortende, golven op een waterlaag vallen en daarom het strand niet uitkolken.

Hieruit volgt dat buiten de laagwaterlijn een hoog boven den bodem gelegen hoofd geen slechten invloed op het strand heeft.

Het is mogelijk het zeeëinde van het hoofd te maken van gestort werk, waardoor de kosten geringer worden, daar het zeeëinde dan minder hoog behoeft te reiken. Echter is de soliditeit van dergelijk gestort werk niet zoo groot als van zetwerk en daarom geeft men er als regel de voorkeur aan, met de steenbezetting van zuilen op hun kop door te gaan tot zoover mogelijk, dat is tot het punt, waar het zetwerk overgaat in stortwerk, dat onder een regelmatige helling zeewaarts afdaalt, om een geleidelijken *overgang* naar den onderzeeschen oever te verkrijgen.

Wat verstaan wordt onder de lengte van een hoofd.

Waar in het vervolg over de lengte van een hoofd gesproken wordt, of over den afstand, waarover een hoofd buiten de laagwaterlijn uitsteekt, is hierin niet begrepen het gedeelte, dat onder helling afdaalt naar den onderzeeschen oever. Wel wordt tot die lengte gerekend hetgeen beschouwd kan worden als een zeewaartsche verlenging van het hoofd onder een flauwe helling, hoogstens gelijk aan de normale helling van den onderzeeschen oever.

Waar dus buiten het zetwerk een gestort gedeelte voorkomt, dat onder zeer flauwe helling eerst een eind afloopt om dan op een bepaalde plaats een steilere helling aan te nemen om den overgang naar den zeebodem te vormen, daar wordt bij de lengte van het hoofd wel gerekend het gestorte gedeelte, voor zooverre het onder zeer flauwe helling ligt.

Waartoe men komt, wanneer men het lengteprofiel vaststelt, uitgaande van de veronderstelling, dat de laagwaterlijn niet verandert.

Bij de beschouwingen, die moeten leiden tot de wetenschap, welk van het zeeëinde af meer landwaarts gaande het gunstigst verloop van de kruinlijn en de kantlijnen van het zetwerk van het hoofd is, zal *voorloopig* uitgegaan worden van de veronderstelling, dat de lengte der hoofden in verband met hun onderlingen afstand zoodanig is gekozen, dat de laagwaterlijn op haar plaats gehouden wordt. Moeten de hoofden aan andere eischen voldoen b. v. dat zij den, bij den aanleg bestaanden, duinvoet in stand houden, dan blijven dezelfde beschouwingen, behoudens geringe wijziging, gelden.

De hoogte van het hoofd ter plaatse van de laagwaterlijn, moet zoodanig zijn, dat de zijden van het zetwerk daar ter plaatse zoo weinig mogelijk boven het strand uitsteken.

Dit is wenschelijk, omdat een groote hoogte van de zijden van het gezette gedeelte boven het strand, de hoofden zeer vatbaar maakt

voor stormschade en omdat een hooge ligging van het hoofd boven het strand, eene uitkolkende werking van het strand door overstortende golven ten gevolge heeft. Wel moet het hoofd een zoodanige tonrondte worden gegeven, dat wanneer de zijden juist de hoogte hebben, die vereischt wordt om behoorlijk zetwerk te kunnen maken, de kruin genoegzame hoogte bezit om het strand werkelijk bescherming te geven. De ondervinding heeft geleerd, dat daartoe een hoogte van de kruin boven het strand van 75 cM. of iets minder aanbeveling verdient.

Vanaf het zeeëinde tot de laagwaterlijn behooren de kantlijnen van het hoofd dus horizontaal en niet minder dan de lengte der zuilen boven laagwater te liggen. Wil men zorgen, dat het hoogere gedeelte van het hoofd in overeenstemming is met den gemiddelden te verwachten strandstand, dan zal men de kantlijnen van het hoofd horizontaal moeten laten loopen, tot waar zij het te verwachten strandvlak snijden.

Een bekend feit is het (vergelijk hoofdstukken XIV en XV), dat de hoogten van onze stranden afwisselend zijn en dat de gemiddelde helling van het achteruitgaande natte strand eerder steiler dan flauwer is dan van één, dat in evenwicht verkeert, en dat dit met het droge strand altijd in tamelijk sterke mate het geval is.

Wil men een hoofd aanleggen, dat met de kanten gelijk ligt met het *bestaande* strandvlak, dan zullen reeds ingravingen vereischt worden. (Dit blijkt wanneer men een blik werpt op fig. 4 bijlage 18). En die ingravingen worden nog grooter, wanneer men de kanten van het hoofd gelijk wil leggen, niet met het *bestaande*, maar met het *te verwachten* strandvlak, omdat het bij den aanleg bestaande strand — zeker het droge strand steiler staat — dan het te verwachten strand.

Over de voordeelen van een strandverdediging waarbij de laagwaterlijn een 20-tal meters naar buiten gedrongen wordt

Om de bovenvermelde redenen van constructieven aard, dient het hoofd ter plaatse van de laagwaterlijn zoo hoog te liggen, dat het aan de zijden 40 à 50 cM. of nog wat meer boven het strand uitsteekt.

Zorgt men nu verder dat van de bestaande laagwaterlijn uitgaande, de zijkanten van het hoofd landwaarts oploopen onder de helling, welke voor het strand te verwachten is, dan zullen die zijkanten, bij den aanleg van het hoofd, landwaarts geleidelijk minder hoog boven het *bestaande* strand komen te liggen.

Door de betrekkelijk hooge ligging van het zeeëinde van het hoofd zullen de ontgravingen, daar ter plaatse bij den aanleg noodig, zeer worden beperkt en bovendien brengt deze keuze van lengteprofiel het voordeel met zich, dat de later te behandelen steunbermen (die op den duur toch zoo goed als altijd noodig zijn) reeds bij den aanleg van het hoofd zonder ontgraving kunnen worden aangebracht.

Wordt nu bij behoud van de bestaande laagwaterlijn de evenwichtstoestand verkregen, dan zal bij deze constructie het geheele hoofd aan de zijden 40 à 50 cM. boven het gemiddelde strand komen te liggen.

Wanneer men nu in verband met het feit, dat schommelingen in de hoogte van het strand van 40 cM. en meer geenszins uitzonderingen genoemd mogen worden, bedenkt, dat tegen minder dan 0.50 M. hoogte van de kanten van het zetwerk boven het strand geen bedenking bestaat, terwijl daarentegen reeds een hoogte van 75 à 80 cM. als zeer nadeelig, zoowel voor het strand als voor het hoofd moet worden aangemerkt, dan blijkt duidelijk de wenschelijkheid, dat het strand over de geheele breedte 40 à 50 cM. hooger kome te liggen, dan bij behoud der bestaande laagwaterlijn te verwachten zou zijn.

Daartoe is noodzakelijk, dat de laagwaterlijn 20 à 25 M. naar buiten gedrongen wordt, wanneer men voor de helling van het natte strand 1:50 aanneemt.

Zoo komt men dus tot de conclusie, dat wanneer men *reeds bij den aanleg, zonder dat aanzienlijke ontgravingen worden vereischt*, het grootste deel van ieder hoofd wil maken volgens het profiel, dat *op den duur* wenschelijk zal zijn, men den hoofden zoo groote lengte moet geven, dat verwacht mag worden, dat de bestaande gemiddelde laagwaterlijn een twintigtal meters naar buiten wordt gedrongen.

Men komt dan tot de volgende hoogteligging voor de zijkanten van het gezette gedeelte van het hoofd.

Van den kop tot de bestaande laagwaterlijn 40 à 50 cM. + LW.

Van hier tot aan de te verwachten hoogwaterlijn, opgaande volgens de te verwachten helling van het natte strand.

Van hier tot aan den duinvoet opgaande volgens de te verwachten helling van het droge strand.

Gaat men in dezen gedachtengang consequent door, dan zou men de kantlijnen van het hoofd laatstgenoemde helling moeten geven tot aan den *te verwachten* duinvoet.

Dit te doen zou niet altijd praktisch uitvoerbaar zijn, daar het kan voorkomen, dat men dan, bij den gedurende den aanleg bestaanden toestand, diep in het duin zoude moeten graven.

Reeds dadelijk kan hier opgemerkt worden, dat men in de meeste gevallen om de groote kosten huiverig zal zijn, de hoofden, in verband met hun onderlingen afstand, zoo lang te maken, dat verwacht mag worden, dat de laagwaterlijn de bovengenoemde 20 M. naar buiten komt.

De hierboven gegeven regels worden dan ook — wegens de kosten, die hunne toepassing met zich brengt — zelden of nooit toegepast.

Bovenstaande beschouwingen zijn toegelicht door fig. 1 bijlage 18; hierbij moet opgemerkt worden, dat in werkelijkheid, bij den aanleg van het hoofd, het strand niet juist volgens de lijn A B D zal loopen, daar deze lijn voorstelt het *gemiddelde* profiel van het op dat oogenblik in achteruitgaanden toestand verkeerende strand.

Aangenomen is op de schets een helling van het natte achteruitgaande strand van 1 : 48, van het droge van 1 : 16 [1]), hoogte van den duinvoet 1.5 M. + hoogwater. Voor het later in evenwichtstoestand verkeerende strand is hiervoor respectievelijk aangenomen 1 : 50, 1 : 25 en 2 M. + hoogwater.

Voorts is van de willekeurige veronderstelling uitgegaan, dat op den duur de laagwaterlijn 40 M. binnen het zeeëinde van het zetwerk der hoofden zal komen te liggen. [2])

Uit deze schets blijkt nog eens hoe men bij de hierboven uiteengezette keuze van lengteprofiel reeds bij den aanleg zonder noemenswaardige ontgravingen het hoofd de gewenschte afmetingen tot aan den bestaanden duinvoet kan geven.

Later zal het hoofd achterwaarts moeten worden verlengd.

Over het lengteprofiel der hoofden, wanneer hun lengte in verband met hun onderlingen afstand te klein is om te kunnen verwachten, dat de laagwaterlijn een 20-tal meters naar buiten gedrongen wordt.

Zooals reeds werd opgemerkt zal men in de meeste gevallen om de groote kosten huiverig zijn de hoofden, in verband met hun onderlingen afstand, zoo lang te maken, dat verwacht mag worden, dat de laagwaterlijn de bovengenoemde 20 M. naar buiten komt.

Wordt hun die lengte niet gegeven en wil men niet ontgraven, dan moet men wel bedenken, dat de zijden van het hoofd over de geheele lengte noodzakelijk op den duur te hoog moeten komen te liggen. Waar de hoogte nu toch al te groot is, moet er in dit geval een streven bestaan, *het hoofd bij den aanleg zoo laag mogelijk te houden.* Lang niet altijd zijn de hoofden overeenkomstig dezen regel aangelegd. Met name moet afgeraden worden om — gelijk bijna overal is geschied — de zijkanten van het zetwerk *van den kop af* reeds een eenigszins aanzienlijke helling te geven. Men moet de zijkanten over het meest zeewaarts gelegen gedeelte horizontaal houden.

Is de lengte der hoofden buiten de bestaande laagwaterlijn zoodanig dat, bij den aangenomen onderlingen afstand der hoofden, de laagwaterlijn op den duur op de plaats zal blijven of nog achteruit zal gaan, dan zullen bij een juist lengteprofiel, de hoofden bij aanleg

---

[1]) In werkelijkheid is de helling van het droge strand nabij de hoogwaterlijn geringer dan nabij den duinvoet.

[2]) Bij een niet zeer sterk aangevallen kustvak is die afstand van 40 M. te verwachten bij een onderlingen afstand der hoofden van 250 M.

in het strand ingegraven moeten worden en wel des te dieper naarmate men meer duinwaarts komt.

Groote ontgravingen brengen verschillende bezwaren met zich en men ziet vooral ook nog er tegen op om te ontgraven en dus bij den aanleg een groot deel van het hoofd onder het zand aan te brengen, omdat het wel gebeurt, dat de uitkomsten eener strandverdediging langen tijd, of misschien voor altijd, gunstiger zijn dan men bij den aanleg verwachtte. De mogelijkheid zou dan bestaan, dat men met behulp van dure ontgravingen een hoofd aanlegde onder het zand en dat dit ingegraven gedeelte van het hoofd nooit bloot zou komen. Wel is de waarschijnlijkheid hiervan niet groot. maar een Ingenieur waagt zich niet gaarne aan deze mogelijkheid.

Bij een dergelijke verdediging, waarbij nog vrij sterke achteruitgang van het strand mogelijk en waarschijnlijk is, zou het aanbeveling verdienen den aanleg van een hoofd naar de volgende regels te doen plaats hebben.

Het is wenschelijk, dat de kruinlijn van het hoofd 75 cM. boven den te verwachten strandstand ligt. In verband met het hierboven medegedeelde legt men nu van het op den duur gewenschte hoofd aanvankelijk slechts een strook van zoodanige breedte aan, als zonder groote ontgravingen mogelijk is. Om op deze wijze te werk te kunnen gaan, moet de te verwachten strandverlaging minder bedragen dan 75 cM.

Men komt op deze wijze dan tot den aanleg van een hoofd met geringe tonrondte en in verband daarmede van geringe breedte. Men legt dus slechts het middelste gedeelte van het toekomstige hoofd aan; dit moet echter als een geheel bewerkt en daarom met flinke palen afgesloten worden.

Naarmate de toestand van het strand dan achteruitgaat, wordt de steenzetting verbreed en zoo zal op den duur het hoofd de afmetingen verkrijgen, welke men het voor den evenwichtsstand van het strand heeft toegedacht.

Ter verduidelijking van hetgeen bedoeld wordt, zij verwezen naar fig. 4 bijlage 18, waarin A B voorstelt den bestaanden, C D den te verwachten strandstand. Van het hoofd zal nu voorloopig slechts worden aangelegd het geärceerde gedeelte E F, afgesloten door de door stippellijnen aangegeven paalrijen E G en F H.

Men kan dit beginsel niet over de geheele lengte van het hoofd toepassen, aangezien op een bepaalde plaats zelfs de kruinlijn in het zand zou geraken.

Een mogelijke oplossing is om op de bedoelde plaats eenvoudigweg het hoofd te doen ophouden en met de verlenging te wachten, totdat

genoeg strand en duin is weggeslagen om deze zonder ontgraving te kunnen aanbrengen.

Het komt mij voor, dat dit een oplossing is, welke geen aanbeveling verdient.

Laat men het meest landwaarts gelegen deel van het hoofd voorloopig weg, dan kunnen sterke stormvloeden een waterbeweging langs den duinvoet ten gevolge hebben, waardoor het droge strand en de duinvoet zoodanig afnemen, dat er veel meer van verloren gaat, dan tot het, zonder ontgraven, aanbrengen van de worteleinden der hoofden noodig is.

Het niet aansluiten van de hoofden aan het duin zoude trouwens in strijd zijn met de voorschriften van de meest-deskundigen op dit gebied, zooals van den Raad van den Waterstaat, benoemd bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken van 9 Juni 1860, no. 143, 3e afdeeling, en blijkens, in verband met de strandverdediging voor Callantsoog, uitgebrachte dienstrapporten, van de oud-Hoofd-Inspecteurs van den Waterstaat Wellan en Leemans.

Een andere oplossing, en deze verdient wel aanbeveling, is het hoofd zoover onder de gewenschte helling door te trekken, als zonder ontgraving mogelijk is en hooger op een tijdelijke, niet kostbare, aansluiting aan het duin te maken, die de bestaande helling van het strand volgt. Deze tijdelijke aansluiting zal dan op den duur één of meermalen moeten worden verlengd en verlaagd.

Ingevolge bovenstaande beschouwingen komt men er nu toe, wanneer men de kosten om de hoofden zoover in zee uit te bouwen, dat de laagwaterlijn een twintigtal meters naar buiten gaat, te groot vindt, de volgende regels toe te passen bij den aanleg van een hoofd:

1e. Het gezette werk geeft men aan het zeeëinde aan de kanten een hoogte zoodanig, dat het zetwerk bij gewoon laagwater kan worden gemaakt. Verder krijgt het zetwerk daar een tonrondte van 20 à 30 c.M.

2e. De kruinlijn van het hoofd wordt zoodanig bepaald, dat ze tusschen de toekomstige laag- en hoogwaterlijnen 75 c.M. komt te liggen boven het te verwachten strandvlak.

3e. Van het dwarsprofiel, dat op den duur noodig geoordeeld wordt, legt men voorloopig slechts de middelste strook aan over zoodanige breedte, als zonder het uitvoeren van groote ontgravingen mogelijk is.

Dit gedeelte wordt door palen afgesloten, opdat het een geheel vormt. Later, wanneer het strand werkelijk is afgenomen, kan men de hoofden dan verbreeden.

4e. Boven de plaats, waar zelfs de aslijn van het ontworpen hoofd

onder de bestaande strandhoogte valt, maakt men voorloopig slechts een tijdelijke aansluiting met den duinvoet.

De beschouwingen, betreffende de retireerende verdediging zijn door een schetsmatig lengteprofiel toegelicht. (fig. 2 bijlage 18).

Hier zijn dezelfde hellingen van het bestaande en het toekomstige strand en dezelfde hoogtematen verondersteld als in fig. 1. Voorts is het geval gedacht, dat de laagwaterlijn nog een 20-tal meters zal terugtrekken. In dit geval kan, zooals blijkt, tot de bestaande hoogwaterlijn de definitieve kruinlijn van het hoofd worden aangehouden. Op het droge strand is een tijdelijke aansluiting aan den duinvoet gedacht. Duidelijk blijkt, dat op den duur een aanzienlijke achterwaartsche verlenging noodzakelijk zal zijn en dat zonder ontgraving op het bestaande natte strand het hoofd nog niet over de geheele breedte gemaakt kan worden.

Eenige opmerkingen over een strandverdediging, waarbij het doel is den bij den aanleg bestaanden duinvoet te behouden.

Wordt het doel van een strandverdediging om den bestaanden duinvoet te behouden, hetgeen het geval kan zijn, wanneer men onherroepelijk niets meer mag verliezen, dan ook kunnen de bovenstaande beginselen bijna ongewijzigd gelden.

Op *den duur* moet het strand dan weder de helling verkrijgen van een strand, dat in evenwicht verkeert, en opdat de duinvoet in stand is te houden, moet het droge strand daar ter plaatse een hoogte bereiken van ongeveer 2 M. + V. Z.

De kanten van het hoofd zouden daar dus op 2 M. + V. Z. moeten komen, van daar tot de te verwachten hoogwaterlijn dalen onder de te verwachten helling van het droge strand en verder onder de helling van 50 op 1, totdat de hoogte van 45 cM. boven laagwater is bereikt, om van dit punt af verder zeewaarts horizontaal te loopen. De hoofden moeten dan zeewaarts zoover worden uitgebracht, dat in verband met hun onderlingen afstand mag worden verwacht, dat de laagwaterlijn den gevorderden afstand van den duinvoet verkrijgt.

Wilde men nu volgens deze grondslagen een hoofd bouwen, dan zou men met de zijkanten zeer hoog boven het bestaande strand komen, veel hooger dan mogelijk en wenschelijk is. Van een ligging van de kantlijnen en van het hoofd zoodanig, dat deze op den duur gelijk komen met het strandvlak, zal men daarom moeten afzien. De zijden van het hoofd zullen om constructieve redenen zoover naar beneden moeten gebracht worden, dat zij zoo ongeveer strooken met de bestaande hoogte van het strand. Houdt men dan voor de kruinlijn van het hoofd de hoogte aan, welke voortvloeit uit de toekomstige strandhoogte, en let men er bovendien op met de tonrondte zekere maat niet te overschrijden, dan zal men tot zeer hooge, breede en zware hoofden komen.

Hooge hoofden nu zijn *weinig bevorderlijk voor strandaanwinning,*

zoodat men de kans loopt, dat de verwachte verhooging van het strand niet tot stand komt. In dit geval zullen de hoofden na aanleg ver boven het strand blijven uitsteken en als gevolg daarvan zullen zij zeer veel aan onderhoud kosten, zonder dat het gewenschte doel wordt bereikt.

Over den zuinigsten aanleg van het boven de laagwaterlijn gelegen gedeelte van een hoofd, wanneer het doel van de strandverdediging is groote strandverhoogingen te verkrijgen.

Men zou er nu toe kunnen komen om de hoofden tot den noodigen afstand in zee uit te bouwen en het bovengedeelte aanvankelijk te construeeren niet veel uitstekend boven het bestaande strand, daarna te wachten totdat dit verhoogd is, dan de bovengedeelten der hoofden te verhoogen en dit misschien eenige malen te herhalen, totdat de gewenschte hoogteligging is bereikt.

Het komt mij voor, dat in een dergelijk geval een proef met het hieronder uiteengezette systeem de meeste aanbeveling zou verdienen.

De hoofden worden ver in zee uitgebouwd met de bedoeling een aanmerkelijke strandverhooging te verkrijgen. De gedeelten buiten de te verwachten laagwaterlijn kunnen reeds dadelijk zonder dat dit nadeeligen invloed heeft op het strand, op de, op den duur gewenschte, hoogte worden aangebracht. Voor het hooger gelegen gedeelte heeft de aanleg, dadelijk op de, op den duur gewenschte, hoogte het bezwaar, dat de hoofden in de eerste plaats ver boven het over langeren of korteren tijd droog vallend strand zullen komen uit te steken, hetgeen een zeer nadeeligen invloed op het strand heeft en bovendien dat de hoofden *veel* breeder moeten worden aangelegd dan op den duur noodzakelijk zal zijn om, is het strand eens verhoogd, deze verhooging te behouden. Een groot deel van de kost bare hoofden zou dan dus onder het zand geraken.

In verband hiermede rijst de vraag, of het niet mogelijk is, een constructie toe te passen, waarbij de strandverhooging boven laagwater door goedkoope *tijdelijke* middelen in de hand wordt gewerkt en om dan, heeft het strand de gewenschte hoogte verkregen, het definitieve hoofd aan te leggen voor zooverre dit boven de te verwachten laagwaterlijn komt te liggen.

Daartoe leent zich nu bijzonder goed een constructie, waarbij het mogelijk is bij iedere strandhoogte ter plaatse van de hoofden, een wand te hebben, welke een weinig boven het strand uitsteekt.

Men zou in het strand, op onderlingen afstand van 2 à 3 M. zware palen met sponningen kunnen slaan, die b. v. 1 of 2 M. boven het strand uitsteken. Aanvankelijk zet men tusschen die palen schotbalken, die met den onderkant op het strand komen te rusten en met de bovenzijde daar b. v. een 30 tal centimeters boven uitsteken. Er wordt dus een lage schutting gevormd, welke ongetwijfeld strandaanwinnend zal werken. Vreest men, dat er naast die schutting uitkolkingen zullen ontstaan, hetgeen in verband met de

geringe hoogte niet waarschijnlijk is, dan kunnen daarnaast rijzen bermen aangebracht worden.

Waar zulke rijzen bermen bij storm ongetwijfeld een heilzamen invloed zullen hebben, komt het mij voor, dat de toepassing hiervan in elk geval aanbeveling verdient.

Een constructie als bovenbedoeld, met een rijshoutconstructie aan weerszijden, wordt in België met succes toegepast.

Is het strand wat verhoogd, dan wordt telkens tusschen twee palen boven den eersten een tweede schotbalk geplaatst. hetgeen weder gepaard kan gaan met het aanbrengen van nieuwe rijzen bermen en zoo kan men voortgaan tot de vereischte strandhoogte is bereikt.

Men vergete niet, dat waar men hier reeds de ver in zee reikende koppen der hoofden heeft aangelegd, die strandaanwinnend zullen werken, geringe hulpmiddelen voldoende zullen zijn om deze neiging tot strandverhooging te vergrooten.

Niets belet ook om, wanneer blijkt, dat de bedoelde houten schuttingen op den onderlingen afstand der hoofden niet voldoende uit werking hebben, tusschen twee hoofden nog één of meer dergelijke schuttingen aan te brengen.

Men hoede zich er voor op de eventueele bermen naast de schuttingen steen aan te brengen, daar die steen, bij de constructie van het definitieve bovendeel van het hoofd, zeer hinderlijk zal zijn bij het inslaan der palen.

De gevorderde hoogte van de toekomstige kruinlijn der hoofden boven het bestaande strand is, zoo men den duinenvoet wil behouden. zeer groot. Dit blijkt duidelijk uit de schets fig. 3 van bijlage 18, waarbij weder van dezelfde veronderstelling is uitgegaan als bij de twee vorige, met dit onderscheid, dat voor de hoogte van den duinvoet is genomen 1 M. + H. W.

Eenige algemeene beschouwingen over een retireerende verdediging, vergeleken met een, waarbij de zee gedwongen wordt gedeeltelijk terug te geven, wat ze ontnomen heeft.

Uit al de bovenstaande beschouwingen blijkt zeer duidelijk, dat, òf men een strandverdediging aanbrengt, die de zee verplicht gedeeltelijk terug te geven, wat zij ons ontnomen heeft, òf eene waarbij men van den beginne af overtuigd was, dat nog geretireerd zal moeten worden, op *den duur* de lengte der hoofden even groot zal worden bij een zekeren onderlingen afstand. (Zie hierover ook hoofdstuk XVI).

Deze lengte is toch afhankelijk:

1e. van de hoogte van het strand, welke ter plaatse van den duinvoet noodig is om dezen in stand te kunnen houden.

2e. van de helling van het in evenwicht verkeerende droge en natte strand.

3e. van de lengte der hoofden buiten de laagwaterlijn, noodig om die lijn vast te leggen.

Zoolang alle deelen van een hoofd boven het zand gelegen blijven

is het met het oog op de afmetingen, die een hoofd op den duur zal verkrijgen, een onverschillige zaak in welke mate men retireerend werkt. Men zal op den duur evenveel steenglooiing moeten aanleggen en de laagwaterlijn zal evenver binnen de koppen der hoofden komen te liggen. Alleen moet men, wanneer men niet retireert, den kop van het hoofd in veel dieper water aanleggen, dan wanneer zulks wel het geval is en juist het opzinken van den kop van het hoofd is uiterst kostbaar.

Pleit het bovenstaande vóór een retireerende verdediging, tégen een dergelijke verdediging is aan te voeren, dat men het landeinde van het hoofd voordeeliger in eens kant en klaar maakt, dan dit eenige malen te moeten verbreeden en dat het eenige malen op nieuw bezinken van den kop — een noodzakelijk gevolg van een retireerende verdediging — een kostbaar werk is.

Neemt men nu echter nog in aanmerking, dat een gevolg van een niet-retireerende verdeding is, dat alle kosten reeds bij den eersten aanleg moeten worden gemaakt en men bij een retireerende verdediging dikwijls jaren lang kan volstaan met een veel geringere uitgave, dan volgt hieruit, dat als regel een retireerende verdediging boven een niet-retireerende is te verkiezen uit finantiëele overwegingen.

Legt men een strandverdediging aan, waarbij groote gedeelten der hoofden onder het zand geraken, dan doen die onder het zand gelegen deelen *niets*. De verdediging bestaat dan weder uit hoofden van de lengte en hoogte, die op den duur in elk geval noodig zijn, maar bovendien uit aanzienlijke gedeelten, die voor altijd onder het zand bedolven liggen en dus absoluut geen dienst meer doen.

Dat een dergelijke aanvallende verdediging kostbaar is, behoeft geen nader betoog.

Is men op een gegeven oogenblik verplicht een dergelijke verdediging te maken, dan kan veilig gezegd worden, dat men met het aanbrengen van hoofden te lang heeft gewacht.

De slechts gedeeltelijk, juiste of onjuiste veronderstellingen, waarvan is uitgegaan, bij het opstellen van de beschouwingen omtrent het lengteprofiel.

Alle bovenstaande beschouwingen zijn opgebouwd, uitgaande van de volgende veronderstellingen:

1º. Zoowel het droge als het natte strand hebben een gelijkmatige constante helling, die flauwer is, wanneer het in evenwicht verkeert, dan wanneer het achteruitgaande is.

2º. Het in evenwicht verkeerende strand heeft een constante hoogte.

3º. De in evenwicht verkeerende duinvoet heeft een constante ligging.

Geen dezer drie veronderstellingen is geheel juist; in verband daarmede moeten de hiervoor uiteengezette beschouwingen omtrent een wenschelijk lengteprofiel van strandhoofden nog eenigszins worden aangevuld en gewijzigd.

Sub. 1. Onze stranden gelegen langs de Noordzee loopen ongeveer nooit onder een gelijkmatige helling, vooral met het natte strand is dit niet het geval. Er komen slenken en ruggen voor, die zich verplaatsen en dit heeft tengevolge, dat het strand op één en dezelfde plaats nu eens hooger (wanneer zich daar een rug bevindt), dan weer lager (wanneer zich daar een slenk bevindt) ligt. Deze hoogteverschillen zijn vooral op een onverdedigd strand somtijds zeer aanzienlijk.

Liggen er hoofden op een strand, dan kan als regel aangenomen worden, dat slenken zich minder geprononceerd voordoen; het strand verkrijgt een regelmatiger verloop.

De werkelijke helling van een onverdedigd strand kan op een gegeven oogenblik aanzienlijk verschillen van de gemiddelde helling, die daar ter plaatse voorkomt. Daarom kan het zijn, dat bij aanleg van strandhoofden meer uitgegraven of meer opgehoogd moet worden dan de theoretische beschouwingen deden vermoeden; ja zelfs dat bij de uitvoering blijkt, dat de toestand van het strand een geheel andere is dan bij het opmaken van het bestek.

Deze verschijnselen van tijdelijken aard, welke zich als regel niet zeer sterk — in ieder geval minder sterk — voordoen, wanneer de hoofden eenmaal bestaan, mogen op de keuze van het lengteprofiel geen invloed uitoefenen. Dit regelt zich naar de gemiddelde helling van het strand.

Zooals vroeger reeds terloops werd opgemerkt heeft het droge strand nabij de hoogwaterlijn een flauwere helling dan nabij den duinvoet. Nabij de hoogwaterlijn is die helling slechts weinig steiler dan die van het natte strand, en neemt verder landwaarts toe.

Met dit verschijnsel dient men, bij het ontwerpen van het landeinde van het hoofd, wel rekening te houden.

Sub. 2. Het in evenwicht verkeerende strand heeft geen constante hoogte. Na een stormvloed zal over het algemeen het droge strand verlaagd zijn en, waar lange hoofden voorkomen, het meest zeewaarts gelegen deel van het natte strand en de onderzeesche oever verhoogd. Geleidelijk wordt het verlies weder teruggewonnen.

De kantlijnen van het hoofd moeten bepaald worden in overeenstemming met een gemiddelde strandhoogte. Echter moet het hoofd zoodanig geconstrueerd zijn, dat het bij andere voorkomende standen van het strand nog doelmatig is, zoowel wat betreft zijn werking, als het bestand zijn tegen de golven. Hierop wordt later uitvoerig teruggekomen.

Sub. 3. Een in evenwicht verkeerende duinvoet is een zoodanige, die *op den duur* vóór- noch achteruitgaat. Geenszins is dit evenwicht zoodanig op te vatten, dat niet nu en dan zand van den duin-

voet wordt weggeslagen. Dit wordt dan echter onder gunstige omstandigheden weer teruggewonnen.

De kantlijnen van het hoofd moeten bepaald worden in overeenstemming met een gemiddelde strandhoogte. Echter moet het hoofd zoodanig geconstrueerd zijn, dat het bij andere voorkomende standen van het strand nog doelmatig is, zoowel wat betreft zijn werking, als het bestand zijn tegen de golven. Hierop wordt later uitvoerig teruggekomen.

Sub. 4. Een in evenwicht verkeerende duinvoet is een zoodanige, die *op den duur* vóór- noch achteruit gaat. Geenszins is dit evenwicht zoodanig op te vatten, dat niet nu en dan zand van den duinvoet wordt weggeslagen. Dit wordt dan echter onder gunstige omstandigheden weer teruggewonnen.

Het hoofd moet nu achterwaarts zoo ver reiken, dat wanneer van het duin zooveel mocht afslaan als praktisch wel voorkomt, er nog aansluiting aan den afgeslagen duinvoet is.

Over de moeilijkheid om te weten van welke veronderstellingen men moet uitgaan om het lengteprofiel van een hoofd vast te stellen.

Bij het vaststellen van het lengteprofiel van een hoofd moet men weten:

1°. de hoogte, die het strand moet hebben ter plaatse van den duinvoet, opdat deze laatste in evenwicht verkeert.

2°. de helling van het droge en natte strand, wanneer de evenwichtstoestand zal zijn ingetreden.

3°. de lengte der hoofden buiten de laagwaterlijn, waarbij, bij een bepaalden onderlingen afstand der hoofden, deze lijn op haar plaats blijft.

De beide eerstgenoemde grootheden zijn vast te stellen, zonder dat daarbij groote vergissingen behoeven gemaakt te worden. Daartoe loopen zij langs onze geheele kust te weinig uiteen en vergelijking met een reeds in evenwicht, onder ongeveer gelijken toestand verkeerend gedeelte leert ons met genoegzame nauwkeurigheid deze waarden kennen.

Het vaststellen van de noodzakelijke lengte der hoofden om een bepaalde laagwaterlijn te verkrijgen — of, hetgeen op hetzelfde neerkomt, te bepalen, waar bij een bepaalde ligging van de koppen der hoofden op den duur de laagwaterlijn verwacht mag worden, is een uiterst moeilijke zaak.

Een feit is het, dat door de hoofden ver in zee uit te bouwen de laagwaterlijn naar buiten gedrongen wordt. Echter kan geenszins worden aangenomen, dat bij een aanzienlijke zeewaartsche verlenging de laagwaterlijn dadelijk evenveel naar buiten gaat als die verlenging bedraagt.

Hier staat men voor de eerste moeilijkheid.

Zelfs al is het bekend, hoever de laagwaterlijn zal vallen binnen

de koppen der op een bepaalden onderlingen afstand liggende hoofden, wanneer eenmaal de evenwichtstoestand zal zijn ingetreden, omtrent de vraag, hoe lang het zal duren voordat die evenwichtstoestand is verwezenlijkt, tast men in het duister.

Moet ergens een nieuwe strandverdediging aangelegd worden en meent men een kustvak gevonden te hebben, dat onder gelijke omstandigheden verkeert en reeds verdedigd werd, dan ligt voor de hand, wat men doen zal.

Men ziet, hoeveel de koppen der bestaande hoofden zijn komen te liggen buiten de laagwaterlijn, en gaat nu uit van de veronderstelling, dat bij gelijken onderlingen afstand van de te maken hoofden de laagwaterlijn daar evenveel binnen de koppen zal komen.

Wijkt men echter van dien onderlingen afstand der hoofden af, dan is het uiterst moeilijk te voorspellen wat daarvan de invloed zal zijn, te meer daar onderling vergelijkbare gegevens voor stelsels van hoofden op verschillenden onderlingen afstand gelegen, zoo goed als niet bestaan. (Vergelijk blz. 172, hoofdstuk XVI).

De tweede moeilijkheid is daarom, dat, al weet men dat voor een bepaald kustvak bij zekeren onderlingen afstand der hoofden de laagwaterlijn op een bepaalden afstand binnen de koppen der hoofden komt te liggen, men niet weet welke de ligging dier lijn zal zijn bij een anderen onderlingen afstand der hoofden.

Ten slotte rijst de vraag, wat te verstaan is onder „Kustvakken, die in gelijke omstandigheden verkeeren".

In hoofdstuk XIII is uitvoerig uiteengezet het allermerkwaardigst verband, dat er bestaat tusschen de ligging der lijn van 7 M. — N.A.P. ten opzichte van die van laagwater en den toestand van het strand. Daarom schijnt het niet al te gewaagd, te veronderstellen dat:

Wanneer voor twee kustvakken de lijn van 7 M. — N. A. P. ongeveer evenver gelegen is van de laagwaterlijn, de kans groot is, dat die kustvakken in ongeveer gelijke omstandigheden verkeeren.

Over hetgeen te doen staat, wanneer blijkt, dat men het lengteprofiel heeft gebracht in overeenstemming met een andere ligging van de laagwaterlijn, dan deze in werkelijkheid verkrijgt.

Uit dit al blijkt duidelijk, dat het zeer moeilijk is vooruit vast te stellen, welke de ligging der laagwaterlijn zal zijn. Vergissingen op dit punt, zelfs wanneer de voorafgaande onderzoekingen met zorg zijn geschied, zijn geenszins uitgesloten.

Bij de navolgende beschouwingen wordt ondersteld, dat men aan de hoofden een profiel heeft gegeven, dat juist gekozen is voor een ligging der laagwaterlijn, zooals men die verwacht.

Wordt de laagwaterlijn meer naar buiten gedrongen dan de verwachting was, dan geraakt een deel van de hoofden onder het zand en de ontwerper kan zich het verwijt maken, te duur geweest te zijn. Het doel wordt bereikt, maar ten koste van meer geld dan noodig was.

Dit is de reden, dat men er eerder toe besluiten moet wat aan den schralen kant te blijven. Bemerkt men nu, dat de laagwaterlijn minder ver naar buiten gaat dan verwacht werd, misschien zelfs achteruit gaat, dan kan men op drie wijzen handelen:

1e. Meer retireeren dan oorspronkelijk het plan was. Een noodzakelijk gevolg is, dat de hoofden hooger komen te liggen, tenzij men ze verlaagt.

2e. Tusschen twee bestaande hoofden nog een leggen. Dit middel zal als regel veel helpen, maar is ook kostbaar. Een bezwaar ervan is, dat men moet kiezen tusschen het dubbele aantal hoofden of niets, terwijl het kan gebeuren, dat met het dubbele aantal hoofden meer bereikt wordt dan feitelijk noodig is.

3e. De hoofden zeewaarts verlengen.

Doet men dit, dan kan men *geheel ongewijzigd* het profiel verkrijgen, dat ook verkozen zoude zijn, wanneer men van den aanvang af de juiste lengte der hoofden geweten had. In geen enkel opzicht staat een dergelijk verlengd hoofd in eigenschappen achter bij een, dat in eens op de juiste lengte werd aangelegd en bovendien is het niet noemenswaard duurder. Blijkt grootere lengte later noodzakelijk, dan kan zij zonder eenig nadeelig gevolg nog aangebracht worden. Dit is de reden dat men liever het hulpmiddel sub 3e dan dat sub 1e of 2e zal toepassen.

Algemeene opmerking omtrent de ondervinding met verschillende lengteprofielen voor hoofden opgedaan.

De ondervinding, opgedaan met bestaande hoofden, pleit voor de juistheid van bovenstaande beschouwingen [1]). Opgemerkt moet worden, dat onderling slechts te vergelijken zijn de hoofden op den vasten wal en die op het eiland Vlieland. De hoofden in Zeeland en op Goedereede verkeeren onder geheel andere omstandigheden, aangezien de constellatie van den zeebodem voor die hoofden *geheel* anders is.

Lengteprofiel der Delflandsche hoofden voor Scheveningen aangelegd volgens bestek 57, dienst 1896-1897.

De Delflandsche hoofden, aangelegd volgens bestek 57, dienst 1896—1897 sluiten bij het worteleinde tegen den Scheveningschen strandmuur aan. In verband hiermede is het daar ter plaatse in mindere mate een vereischte, dat de hoofden over het bovengedeelte zoo hoog gelegen zijn, dat zij boven het droge strand uitsteken en dit dus beschermen.

Aan het worteleinde zijn zij hoog in de as 1.85 M. + hoogwater, aan de zijden 0.85 M. + hoogwater. Van hier af daalt de kruinlijn van het hoofd onder een helling van 30 op 1 over 45 M. lengte en verder onder een helling van 100 op 1 over 170 M. Aan den kop komt het hoofd op deze wijze op 0.35 M. + laagwater. (Zie fig. 3 bijlage 10).

---

[1]) Het in het hierna volgende van dit hoofdstuk vermelde werd reeds gedeeltelijk in vroegere hoofdstukken medegedeeld.

Aangezien de tonrondte over de bovengenoemde 170 M. zeewaarts flauwer wordt, bedraagt de helling van de zijkanten van het hoofd daar nog iets minder dan 100 op 1.

Volgens de besteksteekening is hoofd 44 aangelegd met het zee-einde van het gezette werk ongeveer 120 M. buiten de toen bestaande laagwaterlijn. In verband daarmede is het duidelijk, dat het hoofd, bij dit lengteprofiel, met de kruinlijn bij den aanleg ver boven het strand lag, b. v. ongeveer 1.60 M ter plaatse van de bestaande laagwaterlijn, hooger op werd dit niet minder, meer zeewaarts nog meer.

De hoofden voor Scheveningen hebben de laagwaterlijn sterk naar buiten gebracht en het strand verhoogd. Het gevolg hiervan is geweest, dat ter plaatse van de laagwaterlijn de hoofden thans een hoogte boven het strand hebben van ongeveer 1 M.; meer naar boven wordt die hoogte geleidelijk minder (de helling der kruinlijn is 1 op 100, die van het strand steiler), zoodat ter plaatse van de hoogwaterlijn de hoofden geheel onder het zand verdwijnen en dus in het geheel geen nut doen, tenzij langdurige zware stormen ze weder tijdelijk boven het strand mochten brengen.

Een dergelijke toestand, waarbij de benedengedeelten der hoofden onder normale omstandigheden het strand beschermen, terwijl de hoogere gedeelten onder het zand liggen, en daar liggen als wakers voor zeer ongunstige omstandigheden, is op een badstrand zooals voor Scheveningen, zeer op zijn plaats. Het strand daar ter plaatse wordt nu door de hoofden zoo weinig mogelijk onderbroken.

Men hoede er zich echter voor dit lengteprofiel elders toe te passen. Want ontstaat er werkelijk een goede toestand mede, dan bewijst dit, dat men veel goedkooper hetzelfde had kunnen bereiken, daar nu het strand in evenwicht wordt gehouden, terwijl slechts een klein gedeelte der hoofden werkzaam is. De gevolgtrekking ligt voor de hand, dat wanneer het geheele hoofd boven het strand gelegen en dus werkzaam ware, de evenwichtstoestand te bereiken zou zijn met een kortere lengte der hoofden.

Ware de evenwichtstoestand daarentegen bereikt, bij zoodanige ligging van laag- en hoogwaterlijn, dat de bovengedeelten der hoofden een behoorlijke hoogte boven het strand zouden hebben, dan zouden de meer zeewaarts gelegen gedeelten veel te veel daarboven verheven zijn. Dit ware niet bevorderlijk voor de strandaanwinning, maar bovendien zijn hoog boven het strand gelegen hoofden uiterst kostbaar in onderhoud.

Men verkrijgt dus, naar gelang van den toestand van het strand, bij de bedoelde keuze van lengteprofiel:

òf hoofden, waarvan een aanzienlijk gedeelte onder het zand ligt en dus niet werkzaam is,

òf hoofden, waarvan het meest zeewaarts gelegen deel te ver boven het strand uitsteekt.

Soortgelijke beschouwingen zijn hierna over de verder te behandelen lengteprofielen ook te maken; zij komen echter alle op hetzelfde neer en zullen daarom achterwege gelaten worden; alleen zal in het kort medegedeeld worden, wat de ondervinding omtrent deze lengteprofielen leerde.

De hoofden benoorden de Pettemer zeewering.

De hoofden I—XI benoorden de Pettemer zeewering.

De eerste zes hoofden werden aangelegd met den kop slechts weinig buiten de laagwaterlijn.

De hoogte van het met steen bezette gedeelte aan het zeeëinde in de as is 70 c.M. + laagwater. De tonrondte bedraagt daar 30 c.M.

De hoofden loopen met de kruin duinwaarts op tot 1.50 M. boven Volzee onder een gelijkmatige helling, die voor de verschillende hoofden uiteenliep van $^1/_{80}$ tot $^1/_{47}$.

Aangezien deze hoofden slechts weinig buiten de laagwaterlijn uitstaken, kwamen ze bij deze keuze van lengteprofiel bij den aanleg weinig boven het strand te liggen. Ze werden spoedig zeewaarts verlengd, doch dit bracht in het overige lengteprofiel geen wijziging.

Het strand vermagerde bovendien, doordat de verdediging zelfs na de verlenging der hoofden niet afdoend genoeg was, zoodat de hoofden over hunne grootste lengte geleidelijk ver boven het strand uit kwamen te steken. Aan het worteleinde zitten zij nu onder het zand, in weerwil van de ongunstige omstandigheid, dat er een mager strand bestaat.

De later gebouwde vijf hoofden bestonden uit een met steen bezet gedeelte, lang ongeveer 150 M. De hoogte hiervan was aan het zeeeinde 0.80 M. + L. W., aan het worteleinde 2 M. + Volzee. Aangezien de koppen dezer hoofden bij aanleg een 50-tal Meters buiten de bestaande laagwaterlijn kwamen uit te steken, was het zeer wel mogelijk, dat wanneer men het met steen bezette gedeelte onder een regelmatige helling van den kop tot het worteleinde optrok, het hoofd gedeeltelijk hoog boven het strand zou komen te liggen. Vandaar dat het bestek van aanleg dier hoofden de bepaling bevat:

„De directie behoudt zich de bevoegdheid voor om, wanneer dit „haar bij de uitvoering wegens verlaging van het strand of om „andere redenen wenschelijk mocht voorkomen, zonder verrekening „van meer of minder werk en volgens alsdan te geven aanwijzing „het zeewaartsche deel onder eenigszins flauwere, het duinwaartsche „onder eenigszins steilere helling te doen aanleggen, zonder dat de „voornoemde hoogte aan de uiteinden daarbij verandering ondergaat."

Deze bepaling is echter niet toegepast. Het gevolg hiervan is, dat in weerwil van het feit, dat de hoofden *zeer* gunstig gewerkt hebben

en de worteleinden verre onder het zand liggen, zij ter plaatse van de nu bestaande laagwaterlijn nog vrij hoog boven het strand uitsteken, hooger dan feitelijk wenschelijk is. Verder naar boven wordt dit geleidelijk minder.

De hoofden vóór en benoorden Callantsoog.

De hoofden Ic—XIIIc vóór en benoorden Callantsoog zijn aangelegd met het zeeëinde van het gezette werk reikende vrij ver buiten de bij den aanleg bestaande laagwaterlijn.

Vanaf het zeeëinde naar den duinvoet liep de kruinlijn onder een *gelijkmatige* helling (1 : 75) op van 90 cM. + L.W. tot 2 M. + H.W. Onder verwijzing naar blz. 82 en de figuren 3 en 4 van bijlage 12, zij medegedeeld, dat, zooals te verwachten was, gebleken is, dat:

1⁰. de helling van de aslijn van af den kop tot aan de laagwaterlijn te groot was;

2⁰. boven de hoogwaterlijn de helling van de aslijn te klein was, zoodat de aslijn met behoud van de aangenomen hoogte van het zee- en worteleinde van het hoofd over het middengedeelte aanzienlijk lager behoorde te liggen.

Dit heeft aanleiding gegeven, sedert 1906 een geheel gewijzigd lengteprofiel voor de nieuw te vervaardigen hoofden toe te passen, waarbij het meest zeewaartsche gedeelte van het hoofd lager kwam te liggen, doordat:

1⁰. de hoofden minder ver in zee reikten;

2⁰. de helling van de aslijn over de buitenste 30 M. werd aangenomen op 1 : 150.

Uit bijlage 12 fig. 5, blijkt duidelijk, dat met deze wijziging een groote stap in de goede richting gedaan is.

De hoofden op Vlieland.

Eerst na jarenlange ondervinding is men op Vlieland gekomen tot het profiel, dat aldaar tegenwoordig wordt toegepast.

Uiterst leerzaam is het getob geweest, dat men aldaar gehad heeft door de keuze van minder gelukkige lengteprofielen, wier fout oorspronkelijk was, zie bl. 97, dat zij werden vastgesteld in overeenstemming met het bij aanleg der hoofden bestaande strand.

In 1882 ging men over tot een meer logisch lengteprofiel, waarbij het hoofd werd ingericht naar den te verwachten strandstand bij de vastgestelde lengte der hoofden, waarbij men eerst nog een weinig te optimistisch geweest is in de aanname van de te verwachten strandhoogte, zoodat de hoofden nog te hoog bleken, hetgeen er toe leidde de hoofden over bijna de geheele lengte eenigszins dieper in het strand te leggen. Later werd het profiel nog een weinig gewijzigd, zoodat men ten slotte gekomen is tot profiel C, afgebeeld op bijlage 15.

Teekent men daarbij nu het strand, dat voor Vlieland als normaal kan aangemerkt worden, d. w. z. waarbij het zeeëinde van het zet-

werk 70 M. uitsteekt buiten de laagwaterlijn (zie bl. 170), het natte strand een breedte heeft van 92 M. (zie bl. 156) en het droge bij de hoogte van den duinvoet van 2.2 M. + V. Z. eene van 54 M., dan blijkt dat men nu werkelijk een hoofd verkregen heeft, dat zoover het natte strand reikt, een gewenschte hoogte (van 50 à 80 cM.) daarboven heeft. Ter plaatse van het droge strand zou het hoofd iets hooger kunnen worden genomen.

Besluit.

Uit bovenstaande is het duidelijk, dat men bij het vaststellen van het lengteprofiel de volgende regels in acht behoort te nemen.

1^{0}. De zijkanten van het hoofd moeten gelijk komen te liggen met den gemiddelden te verwachten strandstand, met dien verstande echter, dat zij overal een zoo groote hoogte verkrijgen, dat het zetwerk bij laagwater behoorlijk kan worden vervaardigd. Hierdoor wordt het noodzakelijk, dat de kanten van het hoofd over het meest zeewaarts gelegen gedeelte boven het gemiddelde strand reiken.

2^{0}. Opdat de hoofden het strand genoegzame bescherming geven, moeten zij in de as een zekere hoogte hierboven verkrijgen. Zeer hooge hoofden schijnen minder gunstig met het oog op strandaanwinning te werken. Een tonrondte van 75 c.M. verdient op het natte strand aanbeveling.

3^{0}. In verband met hetgeen sub 1e en 2e is opgemerkt, is het duidelijk, dat, waar de kanten van het hoofd boven den gemiddelden strandstand komen te liggen, met een mindere tonrondte kan worden volstaan. Om stevig zetwerk te verkrijgen, verdient het toepassen van eenige tonrondte toch aanbeveling.

Van af het zeeëinde tot daar, waar de kanten van het hoofd met den gemiddelden strandstand strooken, zou men de tonrondte geleidelijk kunnen laten toenemen van 30 c.M. tot 75 c.M.

Over de regelen, gegeven door den Oud-Hoofd-Inspecteur van den Waterstaat P. Caland voor de lengte van de dammen op een aangevallen kustvak.

In het artikel van den Oud-Hoofd-Inspecteur van den Waterstaat P. Caland „Over Dijken, Duinen en Stranden" (Gedenkboek Koninklijk Instituut van Ingenieurs) worden aan het slot eenige regelen gegeven voor de lengte van de dammen op een aangevallen kustvak. Bij lezing van dit artikel zal blijken, dat de resultaten waartoe de heer Caland komt, nog al afwijken van die, waartoe dit hoofdstuk heeft geleid.

De heer Caland betoogt de wenschelijkheid van hoofden op de meest blootgestelde gedeelten van onze kust, lang 300 M., aangezien aangenomen moet worden, dat:

1^{0}. de koppen der hoofden uitsteken buiten de laagwaterlijn en deze laatste midden tusschen twee hoofden nog wat inschaart, waarvoor te zamen gerekend moet worden op . . . 60 à 70 M.

2^{0}. de helling van onze stranden bedraagt 1 op 40 à 50 (neem 1 à 50), het tijdverschil 1.50 M., en voorts noodzakelijk

is, dat de duinvoet ligt op 1 M. boven stormvloed, d.i. 3 M. boven gewoon hoogwater, waardoor gerekend moet worden op een lengte der hoofden binnen de laagwaterlijn van 50 × 4.5 M. = ... 225 M.,
dus rond voor de geheele lengte . . . . 300 M.

Volgens de, in dit hoofdstuk uiteengezette, beginselen komt men tot de volgende lengte der hoofden, wanneer men de bovenvermelde 60 à 70 M. aanhoudt.

1⁰. uitstek van de koppen der hoofden buiten de lijn van laagwater midden tusschen twee hoofden . . . . 60 à 70 M.

2⁰. aannemende een helling van onze natte stranden van 1 op 50 en een tijverschil van 1.50 M., is de lengte van het hoofd tusschen de te verwachten hoog- en laagwaterlijn . . 75 M.

3⁰. aannemende een helling van onze droge stranden van 1 op 25 en een wenschelijke hoogte van den duinvoet van 2 M. boven hoogwater is de lengte van het hoofd boven de hoogwaterlijn . . . . 50 M.
hetgeen te zamen leidt tot een wenschelijke lengte van 185 à 195 M. rond 200 M.

Waar de bovenstaande maten voor de helling van het natte en het droge strand en de hoogte van een in evenwicht verkeerenden duinvoet zijn vastgesteld geheel volgens hetgeen de ervaring dienaangaande heeft geleerd, komt het mij voor, dat — al zijn zij in strijd met de voorschriften van P. Caland — zij met vertrouwen kunnen worden aangehouden.

Onder verwijzing naar bl. 45, zij nog aangestipt, dat het oordeel van Caland, dat het uitbrengen van hoofden ver in zee, tengevolge heeft, dat de laagwaterlijn zeer spoedig bijna evenveel naar buiten gaat, berust op hetgeen gevolgd is op den aanleg van een dam in 1857 aan het Flaauwe werk tot 106 M. buiten de laagwaterlijn uitgebracht. Deze had schijnbaar tengevolge, dat de laagwaterlijn het zeewaarts uitbrengen van den dam op den voet heeft gevolgd, immers toen de dam gereed was, was ook het strand met niet minder dan 86 M. verbreed.

Deze spoedige verbreeding moet echter, zooals in bovenvermelde bl. 45 werd aangetoond, naar alle waarschijnlijkheid het gevolg worden geacht van een algemeene neiging tot aanwinnen van het strandvak, onafhankelijk van het hoofd. Men mag in ieder geval aannemen, dat deze algemeene neiging zeer krachtig tot de strandverbreeding heeft bijgedragen.

De ondervinding opgedaan met Delflandsche hoofden, die 100 M. werden verlengd, heeft ten duidelijkste geleerd, dat — zooal mis-

schien een verlenging der hoofden op den zeer langen duur een evenveel naar buiten gaan der laagwaterlijn tengevolge heeft — dit in de eerste jaren zeker nog niet het geval is, zoodat bij ver zeewaarts uitbrengen der hoofden het strand den eersten tijd nog niet in de gunstige conditie verkeert, welke door Caland wordt verondersteld het gevolg van den aanleg der hoofden te zijn.

XIX.

Over de constructie van strandhoofden.

B. De constructie der onderdeelen van het hoofd; de dwarsprofielen.

Waarom de overgang van het gezette werk van een hoofd naar het strand flauwer moet worden bewerkt in de aslijn van het hoofd dan loodrecht daarop.

De kop van een hoofd staat in sterke mate bloot aan den invloed der golven. De zware zeeën worden tegen het hoofd gebroken en dit geschiedt vrij plotseling daar, hoe flauw men dien kop ook afhellend naar den zeebodem bewerkt, de helling hiervan toch uit den aard der zaak altijd aanmerkelijk steiler is dan die van het strand.

Wanneer de wind schuin op de kust staat, zooals meestal het geval is, dan treffen de aanrollende golven ook een der zijkanten der hoofden.

Terwijl echter de aanrollende golven loodrecht op den kop gericht kunnen zijn (n. l. wanneer de wind loodrecht op de kust staat), kunnen zij de zijkanten der hoofden nooit anders dan onder een scheven hoek treffen, zoodat de uitwerking hierop nooit zoo groot is, als ze zijn kan op den kop. [1])

Tevens ligt de kop in het diepste water en dan nog komen de golven, wanneer zij recht op den kop aanloopen, langs den kortsten

---

[1]) Daarbij komt nog, dat de golven altijd neiging hebben om tegen dat zij de flauw hellende kust bereiken, zich min of meer loodrecht daarop te richten. Denkt men zich nl. een zeer lange golf, die een zekeren vrij grooten hoek met de kust maakt en zich daarheen beweegt, dan zal de weerstand, aan die golf geboden, grooter zijn dicht bij den wal dan verder daar van af, waardoor de voorplantingssnelheid sterker verminderd wordt naarmate men dichter bij de kust is. Dit heeft tengevolge, dat de golf zich meer loodrecht op de kust zal gaan bewegen.

weg uit het diep der zee. Bij de ongunstigste richting ten opzichte van de zijkanten hebben zij reeds een langeren weg door ondiep water afgelegd. Daarom zullen de zwaarste golven, wanneer zij de zijkanten der hoofden bereiken, minder krachtig zijn dan wanneer zij den kop treffen.

De aanrollende golven stuiten op een bepaalde plaats tegen den kop of de zijkanten van het hoofd, die bestaan uit een flauw bewerkt talud van stortsteen op rijswerk. Duidelijk is het, dat hoe flauwer dit talud is, des te minder het van de golven te lijden heeft. Daarom moet het talud des te flauwer zijn naarmate de golfaanval sterker is.

In verband met het bovenstaande ligt het dan ook in de reden om den kop van het hoofd onder een flauwer talud te bewerken dan de zijkanten.

Tot hoeverre men zeewaarts het zetwerk moet doen reiken.

Een bedekking van een hoofd door bazaltzuilen op hun kop, afgesloten door een rij zware palen, is aanmerkelijk sterker dan eene met stortsteen.

Het bovenvlak van een hoofd, afgedekt door basaltzuilen op den kop, vormt een glad geheel, waarop de golven weinig vat hebben. Zoo de zuilen goed gezet zijn en tegen zijdelings uitwijken worden gesteund door een paalrij, is de onderlinge samenhang zoo groot, dat het zeer onwaarschijnlijk is, dat een der zuilen wordt uitgelicht.

Op stortwerk hebben niet alleen de golven veel meer vat, maar bovendien is de samenhang der steenen onderling zeer gering, zoodat bij storm veelal groote schade ontstaat.

Door iederen stortsteen op zich zelf zeer zwaar te nemen, of ten minste de bestorting door een laag zware steenen af te dekken, wordt het werk wel beter tegen de golven bestand gemaakt.

Een vereischte, om zetwerk te kunnen toepassen, is, dat de onderkant der zuilen zoo hoog gelegen is, dat men het bij laagwater nog behoorlijk kan uitvoeren. Zooals reeds in het vorige hoofdstuk werd medegedeeld, wordt hierdoor dan ook de hoogte der kanten van het zeeëinde van het gezette werk bepaald.

Daar, waar het hoofd een mindere hoogte verkrijgt, is het toepassen van zetwerk verder onmogelijk. Van het punt waar de overgang van het eigenlijke hoofd naar den zeebodem begint, daalt de bovenzijde geleidelijk en aangezien men nu, om de kosten niet te hoog te maken, het zetwerk aan den kop toch al zoo laag mogelijk houdt, is men vanzelf verplicht, van den aanvang van bedoelden overgang af, stortwerk toe te passen.

Wanneer men dan van af het zeeëinde van het zetwerk dadelijk onder de gewenschte helling het hoofd zeewaarts afwerkt, wordt het stortwerk tot een minimum beperkt. Het is te beschouwen als een

noodzakelijk kwaad, dat steeds vrij groote onderhoudskosten met zich brengt.

In verband met bovenstaande komt het mij dan ook niet te verdedigen voor, om voor het zeeëinde van het gezette gedeelte aan te brengen eenige tientallen meters stortwerk, dat onder een flauwe helling, hoogsten de helling van het strand afdaalt; op een bepaald punt zal dan die helling steiler moeten worden, om zoodoende den overgang tot den zeebodem te verkrijgen.

Wat bereikt men hier toch mee?

Over die „eenige tientallen meters" kan het hoofd een weinig lager gelegen zijn dan vereischt zou worden, wanneer men daar zetwerk had toepast. De aanlegkosten zouden dan ook bij de toepassing van het zetwerk wel is waar hooger geweest zijn, doch de onderhoudskosten ook veel geringer.

Door het stortwerk, verder dan noodzakelijk is, landwaarts te doen reiken, breidt men het noodzakelijk kwaad noodeloos uit.

Opgemerkt zij in verband hiermede nog, dat tegen een eenigszins aanzienlijke hoogte van het hoofd, zeewaarts van de laagwaterlijn, geen bezwaar bestaat.

Dit alles leidt tot het besluit, dat het wenschelijk is, het zetwerk zoo ver mogelijk zeewaarts te doen reiken.

Over de gewenschte helling, voor den kop van het hoofd en het uitstek van het grondstuk buiten het eigenlijke lichaam van het hoofd.

Zeewaarts van het zetwerk, dat door een paalrij wordt afgesloten, strekt zich onder een regelmatige helling de bestorting uit.

Door de ervaring schijnt wel gebleken, dat voor onze open kust een helling van 10 op 1 een vereischte is. Voor de zijden van het hoofd schijnt een helling van 2 op 1 voldoende te zijn.

Buiten het profiel, dat men aldus zou verkrijgen, laat men aan de zijden van het hoofd gewoonlijk het grondstuk aanmerkelijk uitsteken, om bij verdiepingen naast de hoofden verzakkingen van het eigenlijke lichaam der hoofden zooveel mogelijk te voorkomen.

Heeft nu naast of vóór de hoofden een verdieping plaats, dan zakt het zinkstuk mede en omsluit als het ware het zand onder het eigenlijke lichaam van het hoofd gelegen, waardoor ondermijning bijna ondenkbaar wordt.

Een uitstek van 5 M. schijnt tot dat doel voldoende te zijn.

Wanneer men voor de bestorting in de aslijn van het hoofd de flauwe helling van 10 op 1 toepast, is het niet noodig het grondstuk zeewaarts meer te laten uitsteken dan langs de zijkanten van het hoofd.

Omtrent de ondervinding, met betrekking tot het bovenstaande opgedaan, kan het volgende worden medegedeeld:

Bij de laatst aangelegde Delflandsche hoofden werden op de grondstukken de zinkstukken zoodanig tot laagwater opgetrokken, dat aan

den kop in de as van het hoofd en beloop van 10 op 1 werd verkregen en ter wederzijden van het hoofd de beloopen 2 op 1 waren. Aan de zijden steekt het grondstuk ongeveer 3 M. uit buiten het profiel, dat verkregen zoude zijn, wanneer de helling van 2 op 1 tot op den bodem ware voortgezet. Aan den kop in de as van het hoofd steekt het grondstuk niet noemenswaard meer uit buiten het eerste zinkstuk dan de overige zinkstukken dit ten opzichte van elkaar doen. In verband met de flauwe helling van 10 op 1 werd dit waarschijnlijk onnoodig geacht.

Aangenomen moet worden, dat de jarenlange ondervinding, door Delfland opgedaan, tot het toepassen van deze maten moet geleid hebben en deze maten dus waarschijnlijk voor de Delflandsche kust wel de meeste aanbeveling verdienen.

Voor Callantsoog, waar evenals bij de Delflandsche hoofden de koppen tot vrij groote diepte in zee reiken, heeft men een geheel ander profiel gekozen.[1])

Voor het zetwerk ligt ook bij deze hoofden weder stortwerk, waarbij echter twee gedeelten zijn te onderscheiden. In de eerste plaats over een afstand van 20 M. een zeer flauw hellend gedeelte, liggende bij de aansluiting aan het gezette gedeelte in de as op 0.90 M. + laagwater, aan de zijden op 0.60 M. + laagwater en aan het zeeëind over de geheele breedte ter hoogte van laagwater, dus onder een helling van nog geen 20 op 1 in de as en nog geen 30 op 1 aan de kanten. In de tweede plaats daarbuiten de feitelijke overgang naar den zeebodem onder een helling van 2 op 1, waarbuiten dan het grondstuk nog 5 M. uitsteekt. De helling der beloopen aan weerszijden van het hoofd bedraagt 2 op 1, terwijl het uitstek van het grondstuk buiten de wederzijdsche beloopen bedraagt 2 M. aan het landeinde d. w. z. ter plaatse van de bij aanleg bestaande laagwaterlijn, geleidelijk vermeerderend tot 5 M. aan het zeeëinde van het zetwerk. Verder zeewaarts behoudt het grondstuk dezelfde breedte.

Boven deze constructie schijnt die, toegepast bij de Delflandsche hoofden, te verkiezen. De bij Callantsoog toegepaste kop geeft tot de volgende opmerking aanleiding:

Is men van gevoelen, dat met een helling van het beloop aan het zeeëinde van 2 op 1 kan volstaan worden, dan ware het beter het zetwerk verder zeewaarts uit te brengen en oordeelt men, dat werkelijk het stortwerk zoover buiten het zetwerk moet uitsteken, dan ware het te verkiezen dit eerste onder een geleidelijke helling af te werken.

---

[1]) Zie fig. 6 bijlage 13.

Thans toch vraagt men zich af, waarom op een gegeven punt de helling van dit stortwerk plotseling zoo zeer verandert.

De ervaring schijnt wel uitgewezen te hebben, dat de helling van 2 op 1 te steil is. De bestorting van de koppen van deze hoofden heeft veel te lijden en de basaltzuilen dier bestorting, hoewel ze zoo goed mogelijk worden gevlijd, worden bij elken storm verplaatst en moeten dan met groote moeite en kosten weder verzameld en opnieuw gelegd worden.

Aanvankelijk heeft men getracht voor Callantsoog hoofden te maken, waarbij de stukken niet uitstaken buiten het eigenlijke lichaam van het hoofd.

Dit voldeed zoo slecht, dat men reeds bij den aanleg besloot het grondstuk breeder te maken dan was ontworpen. Er bleek toch, dat wanneer een nieuw gedeelte grondstuk werd aangebracht, de zijkanten daarvan door de zich daarlangs vormende verdieping min of meer verzakten, vooral aan het zeeëind en dat men dus het grondstuk zoo ver moet laten uitsteken, dat die daling zich niet uitstrekt over het gedeelte, waarboven later het eigenlijke lichaam van het hoofd komt.

De ondervinding heeft daar dus geleerd, dat een uitstekend grondstuk onder de *absolute noodzakelijkheden* gerekend moet worden.

In hoofdstuk IX zijn bij de behandeling van de constructie der Vlielandsche hoofden, uitvoerig de bezwaren in het licht gesteld, die bestaan bij een fundeering der hoofden van te geringe afmetingen.

Hierboven is het een en ander medegedeeld omtrent de ondervinding opgedaan ten opzichte van koppen van hoofden, die vrij ver in zee reiken. Hierna volgt nog het een en ander omtrent die bij hoofden, die slechts weinig reiken buiten de laagwaterlijn, dus waarvan de kop in ondiep water ligt.

De hoofden 7, 8, 9, 10 en 11 benoorden de Pettemer zeewering, die dadelijk op de tegenwoordige lengte werden aangelegd, bestaan uit een met steen aaneengesloten bezet- en een met steen bestort gedeelte, dat 24 M. buiten het met steen bezette gedeelte reikt. [1]) Deze met steen bestorte gedeelten werden gevormd door zinkstukken, die 34 M. lang en 15 M. breed zijn, zoodat zij 10 M. onder de met steen bezette gedeelten en, aangezien het zetwerk 6 M. breed is, over de laatstgenoemde lengte, wederzijds 4.50 M. daarbuiten reiken.

De met steen bestorte gedeelten dalen van 0.80 M. onder Volzee (d.i. ongeveer 0.70 M. boven laagwater) bij het zeeëinde der met

---

1) Zie fig. 3, bijlage 11.

steen bezette gedeelten, volgens het beloop van het bij aanleg bestaande strand regelmatig af. Op deze wijze heeft men het gestorte werk een flauwe helling van af het gezette gedeelte zeewaarts gegeven.

Wanneer men hiermede nu vergelijkt de constructie van de koppen der hoofden, die in de allerlaatste jaren tot 1909 benoorden strandpaal 10 zijn vervaardigd, dan valt op, dat de bestorting voor die hoofden aanzienlijk uitgestrekter is.

Hieronder volgt een overzicht van verschillende afmetingen der koppen der hoofden te Petten en van die benoorden paal 10:

	Petten	benoorden paal 10
Breedte van het gezette werk aan den kop	6 M.	7 M.
Uitstek van het grondstuk buiten het zeeeinde van het gezette werk, gemeten in een richting loodrecht op de aslijn van het hoofd	4.5 M.	10.3 M.
Breedte van het zeeëind van het grondstuk	15 M.	32 M.
Uitstek van het grondstuk buiten het zeeeinde van het gezette werk, gemeten in de richting van de aslijn van het hoofd	24 M.	30 M.
Totaal oppervlak van het grondstuk voor zooverre dit uitsteekt buiten het zeeëind van het gezette werk	360 $M.^2$	960 $M.^2$

De ondervinding, benoorden Petten opgedaan, is, dat in het algemeen niet gezegd kan worden, dat het grondstuk bepaald te smal is, hoewel de afmetingen wel voor een minimum te houden zijn. De bijzondere omstandigheid, waarin het noordelijkste der hoofden aldaar verkeert, doet toch zien, dat voor zwaren aanval de breedte van 15 M. wat te gering is. Aan de noordzijde van dit hoofd zal men spoedig verplicht zijn langs het grondstuk nog een zinkstuk aan te brengen. (Hieruit blijkt echter, dat zelfs bij dit zwaar aangevallen hoofd het grondstuk dan toch gedurende ruim 25 jaren voldoende is geweest om het hoofd te beschermen).

Het komt mij dan ook voor, dat bij hoofden, die niet ver in zee reiken, b. v. tot een diepte van 1 à 1.5 M. — laagwater, een fundeering op haar plaats zoude zijn in den geest van die, welke is toegepast voor de Pettemer hoofden. Wellicht zoude eenige meerdere breedte van het grondstuk overweging kunnen verdienen.

De afmetingen van het stortwerk der hoofden, welke vóór 1910

benoorden paal 10 werden aangelegd, zijn dan ook voor vermindering vatbaar. Trouwens de bestorting der in 1910 en 1911 aangelegde hoofden heeft men overeenkomstig dit inzicht veel lichter geconstrueerd.

De opwerking van den kop van een hoofd.

De kop van een hoofd rust op een grondstuk, dat als regel breeder is dan voor de opwerking van het hoofd strikt noodzakelijk genoemd kan worden. Veelal bestaat het grondstuk uit een onder- en bovenroosterwerk van wiepen, waartusschen een laag riet en twee rijslagen. De rietlaag dient om den zeebodem goed af te dekken.

Het middel nu om het hoofd verder tot de laagwaterlijn op te werken, bestaat in het boven elkander zinken van eenige stukken. Deze geeft men zoodanige afmetingen en zoodanige ligging, dat het gewenschte lengteprofiel en dwarsprofiel wordt verkregen.

Zoowel de grondstukken als de andere zinkstukken worden op het strand vervaardigd en daarna met hoogwater ter plaatse gedreven en gezonken.

Met het maken van de steenglooiing behoort niet aangevangen te worden, voordat het rijswerk minstens eenigen tijd (b. v. 4 weken) is belast geweest, omdat men anders te veel verzakkingen zal krijgen.

De palen, waartusschen het zetwerk moet worden aangebracht, plaatst men, en de zijbeloopen en den kop bestort men, alvorens de steenglooiing wordt aangebracht.

Over de palen aan het zeeëinde van het hoofd.

De kop bestaat uit een tot laagwater opgezonken gedeelte, aan de zijden bestort met zware steen en in het midden bedekt met een glooiing van basaltzuilen op den kop; er is dus feitelijk een zeer veerkrachtig geheel, bestaande uit rijshout en steen, afgedekt door een steenkorst, welke, zoover ze beneden laagwater ligt, uit stortwerk moet bestaan, en waarvan het gedeelte boven laagwater gevormd wordt door een zetting van basaltzuilen op den kop.

Deze zuilen verkeeren om verschillende redenen in ongunstiger toestand dan de hoogerop verwerkte, en wel omdat zij een sterkeren golfaanslag hebben te verduren en in de tweede plaats, omdat zij op een samendrukbare fundeering worden aangebracht. Dit heeft tengevolge, dat veelal aan de koppen der hoofden de zuilen wat zwaarder genomen worden.

Zooals reeds werd opgemerkt, wordt de steenglooiing omringd door een rij palen, wier bestemming is de glooiing te behoeden tegen zijdelings uitwijken, dus met andere woorden de glooiing bij elkander te houden.

Een vraag van groot belang is nu hoe lang deze palen moeten zijn.

Hoogerop moeten de palen het geheele hoofd bij elkander houden, ook wanneer het strand naast de hoofden eens sterk verlaagt. Daartoe moeten de palen sterk zijn en vooral zeer diep in het zand reiken.

Van dergelijke verlaging is echter aan de koppen van eenigszins ver in zee reikende hoofden geen sprake, daar hier onder en aan de buitenzijde van de steenglooiing nog aanzienlijke hoeveelheden rijshout voorkomen.

De eenige eisch, die hier aan de palen gesteld moet worden, is — aangezien de steenglooiing vast aaneengesloten moet blijven — dat horizontale verplaatsingen ervan onmogelijk zijn.

Reiken nu de palen tot in den zeebodem, dan kunnen zij de zettingen van het rijshout niet volgen; de steenglooiing zal dit wel doen.

Gebruikt men korte palen, dan zullen zoowel steenglooiing als palen de zetting van het onderliggende rijshout volgen en zoo deze zetting niet al te onregelmatig gaat, mag verwacht worden, dat palen en steenen zich niet ten opzichte van elkander verplaatsen.

Bovenstaande beschouwingen leiden tot de conclusie, dat daar, waar onder en naast de zijkanten van het gezette gedeelte, nog aanzienlijke hoeveelheden rijs aanwezig zijn, waarin de palen zijdelings steun vinden, het aanbeveling verdient, deze palen niet tot in den zeebodem te doen reiken. Niet alleen dat dit, wegens geringere lengte van de palen, goedkooper is, maar het komt mij voor, dat het om constructieve redenen ook de voorkeur verdient.

Gewoonlijk wordt bij ons te lande deze regel niet gevolgd, alleen bij de Delflandsche hoofden geschiedde dit wel.

Dit laatste pleit er echter reeds voor, dat er practisch geen bezwaren tegen bestaan.

In verband met bovenstaande beschouwingen is bovendien het volgende eigenaardig: Des te minder de steenglooiing ontzet wordt, met des te kortere zuilen zal men toe kunnen. Terwijl men nu aan den kop gebruikt te Vlieland zuilen van 45 c.M. en deze lengte daar proefondervindelijk een vereischte is gebleken en bij de Callantsoogsche hoofden van 60 c.M. hebben de zuilen aan de koppen der Delflandsche hoofden eene lengte van slechts 30 c.M.

Alhoewel ik niet zou durven beweren, dat dit uitsluitend een gevolg is van de kortere palen, die men bij de Delflandsche hoofden toepast, is bovenstaande toch zeker een aanwijzing ten gunste dier palen.

Het gedeelte van het hoofd, niet bewerkt, als opgezonken dam.

Nadat hiervoor nu is behandeld de samenstelling van het hoofd, voor zooverre dit is geconstrueerd als een opgezonken dam, zal thans besproken worden het hooger gelegen deel.

Het doel ook van het hooger gelegen deel van het hoofd moet zijn om aan het strand bescherming te geven tegen de getijstroomen, die vooral bij storm het dan losgewoelde zand wegvoeren.

De oorspronkelijk reeds vóór 1800 daartoe aangelegde verticale

schermen voldeden niet[1]), in de eerste plaats, omdat deze verticale houten wanden veel door storm te lijden hadden en tevens omdat de strandverhooging of het strandbehoud er niet door werd in de hand gewerkt, aangezien naast de hoofden sterke uitschuring door den stroom en uitkolking door de golven plaats had.

Om een algemeen gunstigen strandtoestand te verkrijgen, is het een noodzakelijkheid, dat de hoofden zooverre boven het strand uitsteken, dat zij hieraan genoegzame bescherming bieden; om echter zooveel mogelijk te ontgaan, dat diepe geulen en sterke strandvermageringen naast het hoofd ontstaan, is het noodig, dat een geleidelijke overgang tusschen het hoofd en het strand verkregen wordt en is het bovendien een eisch, dat het hoofd niet al te veel boven het strand uitsteekt.

Aan deze eischen is onder bepaalde omstandigheden voldaan bij toepassing van het door den oud-Hoofd-Ingenieur van den Provincialen Waterstaat Hogerwaard aanbevolen ojiefvormig dwarsprofiel. Het is afgebeeld op fig. 5 bijl. 2.

Echter dient er hier ten sterkste de nadruk op gelegd te worden, dat de ojiefvorm slechts dan nuttig werkt, wanneer de kanten van het hoofd dezelfde hoogte hebben als het strand. Zoodra het strand lager ligt, stort de golf toch van het hoofd op het zand neder, en in dit geval heeft de ojiefvorm niets voor boven een gewoon rond dwarsprofiel.

Bij de Zeeuwsche stranden, welke weinig in hoogte schommelen, is het ojiefvormig profiel bijzonder op zijn plaats en biedt groote voordeelen.

De Hollandsche stranden zijn meer veranderlijk van hoogte. Neemt men aan om de gedachten te bepalen, dat bij een door hoofden verdedigd strand schommelingen van ongeveer 1 M. voorkomen, een maat die wel ongeveer als gemiddelde kan gelden, dan ligt het voor de hand de kanten van het hoofd te doen strooken ongeveer met een tusschenstand, b. v. één waar beneden en waarboven het strand 50 c.M. schommelt.[2])

---

1) Abraham Caland deelt mede in zijn Handleiding tot de kennis der Dijksbouw- en Zeeweringkunde, verschenen in 1833:

„Dat het dwarsporfiel dezer hoofden of dammen, in een *ronden* en niet „in een *steilen vorm*, gelijk de paalhoofden, behoort te bestaan, is zoo „voldingend bewezen en allerwege door de ondervinding zoo zeer bevestigd „geworden, dat wij het onnoodig achten daarover iets meer te zeggen. „Dit althans is, met name door de bekroonde verhandeling: over de afge„zaagde paalhoofden en het aanleggen van ronde werken, van wege het „Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen, ook voor de Zeeuwsche stranden „voor volkomen bewezen gehouden."

2) Men geeft de kanten van het hoofd niet de hoogte, overeenkomende

De ondervinding heeft nu geleerd, dat op onze kusten het wenschelijk is een tonrondte toe te passen van ongeveer 75 c.M. Hiermede bereikt men dat, de evengenoemde hoogtemaat voor de kanten aanhoudende, zelfs bij den gunstigsten toestand van het strand de hoofden hier nog ± 25 c.M. boven uitsteken en het dus dan zelfs nog eenigermate beschermen.

Wanneer men het dwarsprofiel type Hogerwaard toepast, dan zal men om een tonrondte van 75 c.M. te verkrijgen, aan het hoofd een breedte van 12 M. moeten geven, terwijl men bij een rond dwarsprofiel, en dezelfde maximum helling van de steenglooiing aanhoudende, toe kan met een breedte van 7 M.

Met het ojiefprofiel bereikt men in de drie gevallen, waarin het strand kan verkeeren, het volgende:

1°. het strand ligt hooger dan de zijkanten van het hoofd. In dit geval liggen de horizontale zijgedeelten van het hoofd onder het zand en werkt uitsluitend het ronde gedeelte, alsof er geen horizontale gedeelten bestonden.

2°. het strand ligt gelijk met de zijkanten van het hoofd. In dit geval verkrijgt men een zeer geleidelijken overgang van de overstortende golven naar het strand. De ojiefvorm heeft zijn nut.

3°. het strand ligt lager dan de zijkanten van het hoofd. In dit geval zal het water van de horizontale zijgedeelten afstorten op het strand en zal de ojiefvorm geen nut hebben. Men zal verplicht zijn om naast het hoofd steunbermen aan te brengen om in dit geval de ontgronding tegen te gaan. Dat, wanneer deze bermen bloot liggen het ojiefvormig hoofd geen voordeelen aanbiedt boven een rond, behoeft geen betoog.

Uit bovenstaande blijkt dus, dat de ojiefvorm slechts nut heeft bij een zeer bepaalden stand van het strand. Bij alle andere strandstanden bereikt men met een rond profiel hetzelfde. Alhoewel dus eenig nut van een ojiefvormig profiel ook bij de Hollandsche hoofden niet te ontkennen valt, is dit toch zeer gering en de hieronder op te sommen nadeelen van dit profiel doen besluiten, dat bij den aanleg van nieuwe hoofden de toepassing van den ojiefvorm geen aanbeveling verdient.

In de eerste plaats toch wordt bij een zelfde tonrondte en een zelfde maximum helling van de steenglooiing de breedte van een ojiefvormig hoofd $1^3/_5$ maal zoo groot als van een rond hoofd.

---

met den laagsten stand van het strand, aangezien men dan waarschijnlijk bij den aanleg sterk zou moeten ontgraven.

Voorts is bij het toepassen van den ojiefvorm een deel der glooiing hol. Het brengt altijd moeilijkheden met zich om een holle basalt. glooiing goed vast te zetten. In Zeeland, waar men in plaats van basaltzuilen veelal Doorniksche steen gebruikt, geldt dit argument in mindere mate.

De breedte van het eigenlijke hoofd.

De breedte van het hoofd wordt bepaald door de tonrondte, de maximum helling, die men aan de zijkanten van het hoofd wil geven en den vorm van dwarsprofiel.

Hoe flauwer men de zijhellingen van een hoofd maakt, des te minder vat hebben de golven er op, waaruit volgt, dat hoe steviger men de glooiing maakt, des te steiler men de zijden van het hoofd kan construeeren.

Neemt men nu aan, dat op een bepaalde plaats bij een bepaalde constructie aan de zijden van het hoofd een bepaalde helling kan worden gegeven, dan zal men met de kleinste breedte toe kunnen, wanneer men de bovenzijde van het hoofd doet bestaan uit twee platte vlakken, die elkander snijden volgens de kruinlijn van het hoofd.

Deze constructie is indertijd toegepast aan de Oude Hoeve op Schouwen. Ze schijnt evenwel niet te bevallen, daar het zetwerk juist aan de kruin minder fraai wordt en bij verzakkingen de samenhang sneller verloren gaat dan bij een rond profiel, waarbij de steenen zich bij zetting als een gewelf dichter in elkander werken.

Om goed zetwerk te kunnen maken is het noodig, dat de straal, volgens welke een glooiing wordt afgewerkt, boven een bepaalde maat blijft. Deze maat is afhankelijk van de lengte der zuilen.

Daarom zou het overweging verdienen om het dwarsprofiel van het hoofd aan de bovenzijde te begrenzen door twee rechte hellende lijnen, die door een cirkelboog van den vereischten straal worden verbonden.

Echter, vele andere hier nabij komende dwarsprofielen, b. v. een geheel rond, verdienen evenzeer aanbeveling.

Langs onze Noordzeestranden schijnt een breedte van 7 à 10 M. wenschelijk.

De hoogte van het hoofd.

Welke de wenschelijke hoogte van de kruinlijn van het hoofd boven het strand is, kan niet met zekerheid worden gezegd.

Waar echter hooge hoofden noodzakelijkerwijze zeer duur worden en bovendien hooge hoofden minder nuttig werken dan lage, verdient de aanleg hiervan geen aanbeveling.

Het is wenschelijk te achten, dat de hoofden voortdurend beschermend op het strand werken, ook wanneer dit tijdelijk hoog is, opdat genoegzame stormspijs wordt verzameld voor slechte tijden.

Daartoe is het nu noodig, dat zelfs bij gunstigen stand van het strand de hoofden hier nog een weinig, b. v. 25 c.M. boven uitsteken. Rekent men, dat de normale strandstand 50 c.M. lager is, en stelt men als eisch, dat de kanten van het hoofd met den normalen strandstand strooken, dan komt men tot een tonrondte van 75 c.M.

Deze maat blijkt in de praktijk zeer goed te voldoen en het verdient aanbeveling haar tusschen de hoog- en laagwaterlijn toe te passen.

Hooger op, waar de aanval der golven minder is en er altijd naar gestreefd moet worden vooral een hoog droog strand dicht bij den duinvoet te verkrijgen, zou een wat grootere tonrondte, b. v. van 1 à 1.25 M. kunnen worden aangehouden.

Aan het einde van dit hoofdstuk zal op de constructie en op de hoogte van het hoofd, voor zoover dit gelegen is op het droge strand, uitvoerig worden teruggekomen.

Buiten de laagwaterlijn laat men de tonrondte geleidelijk verminderen, totdat ze een maat heeft, die wenschelijk geoordeeld wordt met het oog op een vaste aansluiting der steenen. Hier maakt men dus de hoofden zoo plat, als men oordeelt, dat met het oog op het zetwerk zonder bezwaar kan geschieden. Daar ter plaatse verdient een tonrondte van 20 à 30 c.M. aanbeveling.

Palen in het eigenlijke zetwerk van het hoofd.

Veelal treft men binnen de afsluitende paalrijen van het hoofd nog andere paalrijen aan, in de richting van de as van het hoofd of loodrecht daarop.

Aan deze paalrijen worden de volgende nuttige eigenschappen toegeschreven:

1°. Zij brengen de stooten, die de golven aan het hoofd toebrengen, over op den ondergrond; [1])

2°. Wanneer onverhoopt een bres in een hoofd geslagen wordt, beperken zij de stormschade tot een bepaald vak.

Zonder aan de waarde van dit laatste argument te kort te doen, moet daartegenover worden gesteld, dat:

1°. het aanbrengen dezer paalrijen duur is;

2°. door de aanwezigheid van deze paalrijen het maken van goed zetwerk zeer bemoeilijkt wordt;

3°. de palen op den duur rotten en dan even zoovele gaten in de steenglooiing veroorzaken.

In verband hiermede schijnt het, dat het toepassen van andere dan de afsluitende paalrijen geen aanbeveling verdient.

De steunbermen.

Zooals reeds werd opgemerkt, kan het strand aanmerkelijk lager

[1]) Deze functie komt mij voor van weing belang te zijn.

liggen dan de bovenzijde der afsluitende paalrijen. Deze lage strandligging kan worden veroorzaakt door een algemeene strandvermagering, maar ook door de aanwezigheid van geulen langs de hoofden.

Zoodra toch het strand laag is, is er kans, dat door overstortende of langs het hoofd opkruiende golven vlak naast het hoofd extra verdieping ontstaat; een geulvorming heeft plaats en de palen komen steeds verder boven het strand uit te steken.

De kans zou ten slotte ontstaan dat, hoe zwaar de palen ook zijn, het hoofd toch zou gaan verzakken, doordat dit namelijk onderloopsch zou worden, doordien het zand onder het rijswerk langs naar buiten zou komen.

Dit moet in de allereerste plaats voorkomen worden; bovendien is het wenschelijk, dat de afsluitende paalrij eenigen steun verkrijgt, daar men anders toch op den duur de kans zou loopen, dat zij zou uitwijken. In verband hiermede brengt men naast de hoofden steunbermen aan. Dit zijn als regel bermen van rijswerk, voorzien van tuinen en nauwsluitend bezet met steen.

Deze steunbermen vangen de over het hoofd stortende golven op en gaan daardoor ontgronding tegen. Opdat zij steeds een behoorlijken overgang met het strand vormen, moeten zij zoo geconstrueerd zijn, dat zij de zakkingen van het strand kunnen volgen en dus *vooral aan de buitenzijde niet door een paalrij worden afgesloten.*

Waar deze steunbermen bij den aanleg van hoofden achterwege gelaten werden, moest men ze later toch aanbrengen.

De puinlaag.

De strandhoofden, voor zooverre zij niet boven zinkstukken worden opgebouwd, bestaan als regel uit zuilenbasalt op den kop, gezet op puin, en hieronder rijs en veelal een laag riet.

De puinlaag is noodig om het vervaardigen van zetwerk mogelijk te maken. De zuilen toch zijn van verschillende lengte en het moet nu met de puinlaag gevonden worden, dat de zuilen aan de bovenzijde alle even hoog komen te staan.

Terwijl de door palen opgesloten basaltlaag een vast geheel vormt en evenzeer het rijshout, vooral wanneer dit goed ingezand is, blijft op den duur altijd de puinlaag een samenstel van losse stukken zonder eenig verband. Men beschouwt daarom op Vlieland de puinlaag als een noodzakelijk kwaad en om dit zoo gering mogelijk te maken, schrijft men daar in de bestekken van de reconstructie der hoofden voor, dat de puinlaag hoogstens 10 c.M. dik mag zijn.

Vooral wordt dikwijls de vrees gekoesterd en waarschijnlijk niet ten onrechte, dat bij een eenigszins dikke puinlaag de kans bestaat, dat bij storm het puin door het overstortende water tusschen de niet geheel gesloten paalrijen door naar buiten gezogen wordt. Bij de

hoofden in de laatste jaren in Noord-Holland gemaakt, bestond in verband daarmede het voorschrift, dat langs de buitenste paalrijen de puinbestorting, dik 15 à 20 c.M. niet zou worden aangebracht, doch in de plaats daarvan een streksche rijslaag van een nader te bepalen dikte zou worden verwerkt.

Terwijl nu op Vlieland wordt voorgeschreven een puinlaag *hoogstens* dik 10 c.M., was bij de laatste Delflandsche hoofden bepaald, dat deze laag *minstens* 15 c.M. dik zou worden gemaakt. De puinlaag kwam daar echter te liggen tusschen tuinen, welke 12 c.M. boven het rijs uitstaken. Bij de reconstructie der Vlielandsche hoofden worden geen tuinen verwerkt en hierin kan waarschijnlijk de reden gezocht worden, dat men op Vlieland andere bepalingen vindt omtrent het gebruik van puin dan elders.

De rijs- en rietlagen.

De rijs- en rietlaag onder de steenbezetting dient behalve om in het hoofd een langs- en dwarsverband aan te brengen, in hoofdzaak om het zand onder het hoofd een genoegzame afdekking te geven.

Legde men op het zand dadelijk de puin- en de basaltzuilen, dan zou iedere golf, die over het hoofd heen sloeg, zand van onder de glooiing wegvoeren.

Dit nu moet in de allereerste plaats voorkomen worden. Daartoe is een laag rijs en vooral een rietlaag, afgedekt door rijs, zeer geschikt.

Een hoofd zal, als de waterstand hoog is, verzadigd raken met water.

De kans is dan bovendien groot, dat er bij zeer hooge waterstanden naast het hoofd eenige ontgronding is, of zoo er steunbermen aanwezig zijn, dat die verzakt zijn.

Daalt later het water, dan zal het grondwater uit het hoofd naar buiten willen persen en zal trachten dit te doen gedeeltelijk onder het rijs door. Is nu de bovenkant van het strand of van den steunberm lager dan de onderkant van de rijslaag van het eigenlijke hoofd, dan bestaat het gevaar, dat het uitvloeiende grondwater zand van onder het hoofd vandaan medevoert. Om dit te voorkomen, zorgt men, dat aan de kanten vooral de rijslaag flink dik is.

In verband hiermede maakt men b. v. op Vlieland de rijslagen aan de zijden 40 à 50 c.M., in het midden 30 c.M. dik.

Het rijswerk van de steunbermen wordt dikwijls gemaakt als een geheel met dat onder het eigenlijke hoofd. Somtijds worden de steunbermen geheel los van het overige hoofd vervaardigd en dit laatste *moet* geschieden, wanneer ze eerst later worden aangebracht.

De eerste werkwijze heeft het voordeel, dat men bij sterke ontgrondingen vrijwel de zekerheid heeft, dat het zand onder het hoofd goed opgesloten is aangezien de binnenzijde der bermen dan op hun plaats gehouden wordt en de buitenzijde verzakt.

Aan deze werkwijze kleeft echter het nadeel, dat tengevolge van den schuinen stand, welken de steunbermen bij strandvermagering verkrijgen, de geleidelijke overgang tusschen hoofd en strand niet blijft bestaan.

De tweede werkwijze paart aan het nadeel dat het zand onder het hoofd lang niet zoo volkomen wordt opgesloten als bij de eerstgenoemde, het voordeel, dat zelfs bij sterke ontgrondingen de steunbermen over hun gansche breedte medezakken en ongeveer horizontaal blijven liggen.

Omtrent de ondervinding, opgedaan met verschillende dwarsprofielen van hoofden ter plaatse van het natte strand.

In de tabel op de volgende bladzijde is een overzicht gegeven van eenige bijzonderheden omtrent de hoofden 44 en 45 voor Scheveningen, aangelegd in 1896—1897, de hoofden benoorden Petten en ten slotte de Vlielandsche hoofden, zooals die tegenwoordig gereconstrueerd worden.

De jarenlange ervaring, die men voor Delfland en op Vlieland met den bouw van strandhoofden, telkens volgens een verbeterde constructie, heeft opgedaan, doet veronderstellen, dat men aldaar gekomen zal zijn tot een goed gebleken profiel, terwijl men bovendien door de hoofden benoorden Petten, die aanvankelijk te licht geconstrueerd waren, veel heeft geleerd.

Naar aanleiding van de bovenstaande cijfers moet nog het volgende opgemerkt worden.

De Pettemer hoofden werden bij den aanleg voorzien van plasbermen, afgesloten door perkoenrijen. Deze wijze van constructie heeft ten gevolge, dat de plasbermen te beschouwen zijn als een deel van het eigenlijke hoofd, zoodat het de palen zijn langs de *buitenzijde* der plasbermen, die de feitelijke afsluiting van het hoofd vormen.

De perkoenpalen bleken voor dat doel te licht en werden vervangen door palen 2 à 2.5 M.

Bovendien bleek behoefte te bestaan aan een overgangsconstructie, welke tijdelijke strandverlagingen kon volgen, tusschen het hoofd en het strand en daarom werden in latere jaren buiten de plasbermen nog steunbermen aangebracht.

Terwijl dus aanvankelijk gemaakt werd een hoofd, breed 6 M., afgesloten door perkoenen, waarnaast plasbermen, breed 2 M., aan de buitenzijde ook afgesloten door perkoenen, zijn deze hoofden geleidelijk omgewerkt in hoofden, breed 10 M. afgesloten door palen, lang 2.5 à 2 M., waarnaast steunbermen, breed 2 M., in staat om tijdelijke strandverlagingen te volgen.

De ervaring heeft dus geleerd:

1⁰. dat een afsluiting der hoofden met flinke palen een bepaald vereischte is;

2⁰. dat de bermen naast de hoofden niet door palen moeten worden afgesloten.

Bijzonderheden omtrent het dwarsprofiel van eenige hoofden ongeveer halverwege de hoog- en laagwaterlijn.

	Breedte van de steenbezetting tusschen de afsluitende paalrijen.	Tonrondte.	Lengte der basaltzuilen.	Lengte der afsluitende palen.	Dikte der afsluitende palen in omtrek.	Breedte der door palen afgesloten wordende plasbermen.	Soort van bedekking dezer plasbermen.	Lengte der afsluitende palen der plasbermen.	Dikte der afsluitende palen der plasbermen in omtrek	Helling der plasbermen.	Breedte van den steenberm.
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
Scheveningen.	6		0 25	1.50	0.40	—	—	—	—	—	—
Petten bij aanleg der hoofden.	6	0.30	0.30	perkoenpalen		2	basalt op zijn plat	perkoenpalen		hoog stens 0.30	—
Vlieland.	5.5	0.60	0.30	perkoenpalen		2	id.	2	0 40	0.20	2 5

Geenszins mag uit het bovenstaande worden afgeleid, dat *breede* hoofden *vereischt* worden; men kwam er toe door de plasbermen bij het hoofd aan te trekken.

Bij den aanleg der Pettemer hoofden werden behalve de beide perkoenrijen, die de plasbermen aan de buitenzijde afsloten, nog 5 evenwijdige perkoenrijen aangebracht; deze zijn ook nu nog aanwezig. Zij zullen echter waarschijnlijk op den duur opgeruimd worden, voornamelijk daar die vele rijen perkoenen een beletsel zijn voor het maken van sterk zetwerk, doordat bij het aansluiten van de steenen tegen de perkoenrijen noodzakelijk veel stopstukken moeten worden verwerkt.

Ook aan de hoofden op Vlieland, waarvan tegenwoordig een groot aantal gereconstrueerd worden, geeft men bij de vernieuwing een groote breedte nl. van 9.5 M. ter plaatse ongeveer van de lijn van halftij. Evenals benoorden Petten vindt deze groote breedte haar verklarig in het feit, dat men de palen, die de afsluiting vormen van het eigenlijke hoofd, moet aanbrengen buiten de steunbermen der vroegere hoofden. Hierdoor wordt de breedte van het hoofd bepaald. Zij is echter veel grooter dan noodig is voor een nieuw te construeeren hoofd.

Ten slotte zij in verband met het feit, dat naast de Scheveningsche hoofden geen steunbermen worden aangetroffen, opgemerkt, dat de hoogere gedeelten dezer hoofden reeds spoedig onder het zand geraakt zijn en daarom voorzieningen niet noodig waren.

De „aansluiting", d. i. het hoofd ter plaatse van het droge strand.

Thans overgaande tot de behandeling van het gedeelte van het hoofd, gelegen ter plaatse van het droge strand — welk deel, in overeenstemming met hetgeen op vele plaatsen gebruikelijk is, hierna met den naam „aansluiting" zal betiteld worden — moet in de eerste plaats er op gewezen worden, dat dit deel van het hoofd van minder belang is, dan het meer zeewaarts gelegen gedeelte. Zelfs wordt door velen het nut van een aansluiting betwijfeld en achten anderen een aansluiting, die steeds onder het zand gelegen is, doelmatig, terwijl dit laatste practisch toch vrij wel op hetzelfde neerkomt, alsof er in het geheel geen aansluiting ware. Naar de overtuiging van bovenbedoelde personen is het bovenste deel van het droge strand en de duinvoet door „kleine middelen", waaronder zijn te verstaan helmbeplantingen, rijsschuttingen, rietschermen en stroobepoting in stand te houden, zoodat daar geen hoofden noodig zijn zouden.

Waar ik nu meen, dat de bovenbedoelde meening op een vergissing berust en het van belang is, voor de aansluiting een doeltreffende constructie toe te passen, zal eenigszins uitvoerig het dezerzijds hieromtrent gehuldigde standpunt uiteengezet worden.

De voet der duinen, zooals wij die langs onze kusten kennen, gaat

beurtelings voor- en achteruit. Onder gunstige omstandigheden wint hij aan door het stuivende zand; onder ongunstige omstandigheden, n.l. bij hooge vloeden, wordt de duinvoet door de golven aangetast, waarvan een tijdelijke achteruitgang het noodzakelijk gevolg is. Iedere in evenwicht verkeerende duinvoet schommelt dus om een gemiddelden stand.

Het gebruik maken van kleine middelen heeft ten doel om de aanwinst onder gunstige omstandigheden te bevorderen. Het gevolg hiervan is, dat de duinvoet zal schommelen om een evenwichtsstand, die een weinig meer naar buiten ligt.

Kan men nu behalve de aanwinst onder gunstige omstandigheden te vermeerderen, ook nog het verlies onder ongunstige omstandigheden verminderen, dan zal het droge strand over de geheele breedte nog meer verhoogd worden. Deze verhooging zal het aanzienlijkst zijn bij de hoogere gedeelten van het droge strand, maar ongetwijfeld ook bij de lagere gedeelten hiervan bestaan. Neemt men aan dat het natte strand zijn gemiddelde helling zal behouden, dan zal de neiging tot verhooging zich doen gevoelen over zijn geheele breedte. Tegen een eenigszins aanmerkelijk naar buiten dringen der laagwaterlijn, dus het minder ver uitsteken van de hoofden buiten die lijn, zal de algemeene toestand van het kustvak zich wel verzetten; maar dit zal toch niet kunnen verhinderen, dat de laagwaterlijn *een weinig* naar buiten gedrongen wordt.

Om nu het verlies onder ongunstige omstandigheden te verminderen, zal het noodig zijn, den stroom bij stormvloeden te beletten over het droge strand te trekken en zoodoende het zand daar weg te voeren en van die zijde bezien, zou het dan ook wenschelijk zijn de hoofden te doen reiken boven de hoogste standen, die het strand onder gunstige omstandigheden kan bereiken. Geeft men ze die hoogte niet, dan zal, totdat de hoofden bloot liggen, het zand bij storm ongehinderd evenwijdig aan de kust verplaats worden. Deze verplaatsing zal door de toepassing van boven het strand uitstekende hoofden worden tegengegaan. Nochtans zal bij aanlandigen storm het bovenstrand verlagen ook bij het bestaan van hoofden van laatstbedoelde hoogte en wel tengevolge van de zandverplaatsing, die loodrecht op de richting van de kust van het droge strand naar beneden zal geschieden tengevolge van de golfbeweging en den bij opwaaiing intredenden bodemstroom, in de richting naar zee toe. Het gevolg van een dergelijke tijdelijke vermagering zal zijn, dat de hooge hoofden ver boven het droge strand zullen komen te liggen. Dit brengt zijne bezwaren met zich. Een hoog hoofd kost veel van aanleg en aan onderhoud. Het argument, dat een hoog hoofd schadelijk zou zijn voor strandaanwinning geldt hier op het boven-

strand niet, aangezien de „kleine middelen" hier moeten dienen om de aanwinst te bevorderen, de hoofden in hoofdzaak om verlies tegen te gaan. De aansluitingen doen immers onder normale omstandigheden, wanneer er aanwinst kan plaats hebben, geen dienst!

Vooral wanneer het strand eens minder verhoogt, dan verwacht wordt, zijn deze hooge hoofden zeer duur aan onderhoud.

Het komt mij voor, dat in de hierna te noemen aansluitingen met open paalrijen een middel gevonden is om de voordeelen van hooge aansluitingen te verkrijgen, zonder de bezwaren daaraan verbonden.

Bij de toepassing van een open paalrij in de lengteas van het hoofd, waarnaast aan weerszijden een berm, die bestemd is om tegen ontgronding te waken, een en ander vervaardigd op dergelijke wijze als bij vele Zeeuwsche hoofden, verkrijgt men een goedkoope, hoog boven het strand uitstekende en naar verwacht mag worden een voldoend sterke constructie. Het feit toch, dat een dergelijke constructie met open paalrijen in Zeeland, b. v. op de Noordkust van Walcheren, *over de geheele lengte van het hoofd* voldoende sterk is, rechtvaardigt de verwachting, dat — alhoewel de golfaanval op de Hollandsche kust sterker is, dan op de Zeeuwsche — men bij de hoofden in Holland toch veilig deze constructie op het *droge* strand kan toepassen.

Toen onlangs het nemen van een proef met een dergelijke constructie door mij werd voorgesteld, ontmoette dit voorstel bezwaren en wel om de volgende redenen:

1⁰. de open paalrijen zouden weinig werken, omdat bij open paalrijen warrelingen te vreezen zouden zijn en dientengevolge plaatselijke inkankeringen van den duinvoet;

2⁰. de constructie zou te licht zijn.

Wat het sub 1 genoemde bezwaar betreft zij opgemerkt, dat voor het daar vermelde hoegenaamd geen vrees behoeft te bestaan. Overal is mij na ingesteld onderzoek ter plaatse gebleken, dat, waar paalrijen tot aan den duinvoet worden toegepast, die duinvoet verreweg in de gunstigste conditie verkeerde ter plaatse van de hoofden. Dit verschijnsel moet niet worden toegeschreven aan een inscharing van den duinvoet tusschen de hoofden, maar werkelijk aan een vooruitkomen van het duin, waar paalrijen geslagen waren. Zelfs, wanneer de algemeene toestand van het strand niet op verbetering wijst, bevinden als regel de achterste palen, die oorspronkelijk op het strand werden ingeslagen, zich spoedig onder het zand.

Veilig kan dan ook worden verklaard, dat de ondervinding in Zeeland alle vertrouwen doet koesteren in de goede werking der open paalrijen. In Zeeland acht men het nut van paalrijen juist over het bovendeel der hoofden zoo groot, dat men, waar de fondsen

ontbreken het hoofd over de geheele lengte van paalrijen te voorzien, ze dikwijls toch toepast over het meest landwaarts gelegen gedeelte.

Het sub 2 genoemde bezwaar, meen ik, na hetgeen op bl. 233 is medegedeeld niet nader behoeven te bespreken.

De goedkoopte der constructie met open paalrijen pleit bovendien zeer voor hare toepassing.

Volgens globale raming bedragen de kosten der aansluiting volgens deze werkwijze per M.^{2} ongeveer *f* 48,[1]) een cijfer dat verre blijft beneden hetgeen gewoonlijk voor de aansluiting besteed wordt. In verband hiermede zij b. v. opgemerkt, dat in 1910 benoorden Callantsoog *ter besparing* een proef is genomen met een betonconstructie voor de aansluiting welke per M.^{2} *f* 70 kostte.

Eveneens zou — met het oog op de geringe kosten — voor de aansluiting aanbeveling kunnen verdienen de in hoofdstuk XVIII behandelde constructie met schotbalken, alhoewel het mij voorkomt, dat voor een definitief werk, als waarvan hier sprake is, een constructie met paalrijen wel de voorkeur verdient.

Alvorens dit hoofdstuk te eindigen, meen ik nog de volgende opmerking te moeten maken.

Uit hoofdstuk XV blijkt, dat het in evenwicht verkeerende droge strand benoorden Hoek van Holland een gemiddelde helling heeft van ongeveer 25 op 1. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat het droge strand onder een hol beloop staat en dus over het meest zeewaartsche deel een flauwere helling heeft dan over het landwaartsche deel. De helling van het droge strand nabij de hoogwaterlijn verschilt niet zeer veel van die van het natte strand.

Past men een constructie met open paalrijen toe, dan is het juiste verloop van de helling van het droge strand vrij onverschillig en kan men den bovenkant der paalrijen gevoegelijk de helling van 25 op 1 geven. De bermen, die op het bestaande strand worden aangelegd, volgen het beloop hiervan vanzelf.

Past men voor de aansluiting een constructie toe, die meer gelijkt op die van het hoofd ter plaatse van het natte strand, dan zou men kunnen aannemen, dat het droge strand gelegen is volgens den cirkelboog, die gaat door den aangenomen duinvoet en die ter plaatse van de hoogwaterlijn raakt aan de richting overeenkomende met de gemiddelde helling van het natte strand.

[1]) Tot dit cijfer is men aldus gekomen:

2½ paal lang 4.5 M. à *f* 8.	*f* 20.—
4 M.^{2} rijsbeslag, dik 0.25 M., op rietlaag, dik 0,05 M. met tuinen à *f* 1.80	„ 7.20
3.5 S.T. basalt voor afdekking à *f* 6	„ 21.—
Totaal	*f* 48.20

Noordwatering Walcheren.

DUINVOET.

Jaar.	strand-paal 39	strand-paal 41	strand-paal 43	strand-paal 45	strand-paal 47	strand-paal 49	strand-paal 51	strand-paal 53	strand-paal 55	strand-paal 57	strand-paal 59	strand-paal 61	strand-paal 63	strand-paal 65	strand-paal 67	strand-paal 69
1882																
83	−1	0	0	−3	−3	−5	−5	−10	−4	−2	0	−5	−5	−1	+2	+5
84	−3	−4	−4	−5	−9	−11	−9	−9	−7	−8	−8	−1	+2	+1	−1	+2
85	0	0	−1	−3	−1	−1	0	+2	−1	−1	0	0	0	+1	+1	+1
86	+1	+1	+2	−1	−2	0	−2	+1	+1	+1	0	+1	−5	−4	−5	+2
87	−2	−3	−1	−3	−3	−6	−1	−2	−3	−2	+1	−2	+1	0	+3	+3
88	+1	+1	−2	+2	0	+2	−2	0	+1	+2	+4	+9	−3	+8	+4	+2
89	0	0	+1	−2	−5	−7	−7	−7	−6	−3	−4	−7	−7	−3	−2	+2
1890	−1	−1	−1	−4	−1	−3	0	−1	−2	−2	−2	−3	0	−3	0	0
91	−3	−2	−2	−2	−5	−2	−2	−6	−4	−2	−1	+3	−5	−4	0	+2
92	0	0	−1	−1	0	0	+1	+1	0	+1	0	−2	−2	+1	+2	0
93	+1	+2	+3	+3	+1	0	0	0	0	0	+1	0	+1	+1	+5	0
94	+1	0	−2	−3	+2	−1	+1	−1	0	+1	0	−1	−3	−5	+3	+1
95	0	−1	−1	+3	−4	+1	−2	−2	0	−2	−2	0	−2	−3	−6	+1
96	−1	−2	−4	−6	−1	−2	−5	−2	−2	−1	+1	−1	−1	0	−3	0
97	−1	0	+1	0	+1	−1	−1	0	−1	+1	−1	−1	+1	−1	−2	+1
98	−2	−1	−1	−1	−2	−2	−2	0	−1	−2	−1	−2	−4	−5	−4	+5
99	−3	−4	0	−3	0	+2	0	−2	0	+3	−2	−1	−1	0	0	0
1900	−1	−5	−5	0	0	−2	+2	+5	+10	+7	−2	−20	−12	−5	−3	+3
01	−1	0	−2	−2	−2	0	−1	−1	0	+1	−4	−2	−5	−8	−6	+5
02	+1	+1	−2	−4	+4	0	+2	+5	0	0	+1	−3	−3	−3	−1	+1
03	+1	+1	0	+1	−3	0	+1	−4	+1	0	−1	−3	−1	+2	−3	+3
04	−2	0	−2	0	−1	−1	0	0	0	0	−5	−1	−1	−2	−1	0
05	−1	−1	−3	−1	−3	−3	−7	−8	−7	−9	−5	−6	−10	−5	−7	+6
06	−3	−3	−1	−4	−2	−2	−4	−4	−4	−3	−10	−7	−4	−7	−7	+6
07	−1	0	−2	+2	+1	+3	+3	+2	+2	+1	+1	+2	+1	0	0	0
08	−1	−1	0	0	0	0	0	0	0	0	−1	−3	−1	−1	+2	0
09	+1	+1	−1	−1	+1	−1	+1	+1	−1	+1	−1	−2	−1	0	−4	0

Het + teeken beduidt verplaatsing zeewaarts (verbetering).
" — " " " landwaarts (achteruitgang).
De onderstreepte cijfers hebben betrekking op door strandhoofden verdedigde kustvakken.
De niet-onderstreepte cijfers hebben betrekking op niet door strandhoofden verdedigde kustvakken.

Opmerking.

De hoofden gelegen tusschen strandpaal 39 en strandpaal 45 zijn aangelegd in de jaren 1876–1878.

De verdere hoofden gelegen ± 60 M. voor — d.i. aan de zuid-westzijde — ieder der oneven genummerde strandpalen 47–59 werden in de volgende jaren aangelegd:

Hoofden vóór de palen 47, 49 en 51 in 1890;

Hoofden vóór de palen 53, 55, 57 en 59 in 1891.

Verder liggen op het strand geen hoofden.

HOOGWATERLIJN.

Jaar.	strand-paal. 39	strand-paal. 41	strand-paal. 43	strand-paal. 45	strand-paal. 47	strand-paal. 49	strand-paal. 51	strand-paal. 53	strand-paal. 55	strand-paal. 57	strand-paal. 59	strand-paal. 61	strand-paal. 63	strand-paal. 65	strand-paal. 67	strand-paal. 69
1882																
83	−5	−8	−6	−5	−14	−11	−7	−11	−8	−5	−2	+2	+11	+7	+14	−5
84	−3	+3	−2	−4	−6	−9	−18	−8	−8	−7	−4	−10	+2	+2	+2	+12
85	−4	−3	−1	−4	−3	4	+6	−4	−1	0	−7	+5	−11	0	−17	−14
86	−2	+1	0	−2	−1	−2	−5	+3	0	+3	+17	−1	+4	+1	+14	+7
87	+4	−6	−2	−2	−5	−8	−1	−2	−3	−4	−7	+6	−5	+2	0	+4
88	+1	+3	0	+1	−3	+4	−3	−3	0	+2	+1	−10	+2	−9	−7	−4
89	0	−1	+2	0	0	0	+4	+1	0	0	0	+3	+1	+9	−1	+5
1890	−2	+2	−4	−8	−4	−11	−10	−9	−12	−12	−13	−6	−10	−7	−9	−5
91	+5	+3	−3	+4	+2	+2	+6	−2	+2	+5	+9	+8	+6	−4	+13	+13
92	+2	−2	+1	−2	+2	+5	+4	+5	+8	0	−6	−12	−6	−3	−11	−13
93	+20	+17	+4	+3	+6	+7	+2	+8	+13	+12	+9	+1	−1	+5	+9	+4
94	−21	−14	+4	−2	−1	−8	−1	−2	−5	+2	+7	−2	−14	−17	−10	−8
95	+3	−6	−3	+11	0	+7	0	0	+4	−4	−7	−8	+2	+2	0	+5
96	−5	−1	−8	−8	−3	−6	−8	−6	+13	+21	+3	+3	−6	−5	−6	−7
97	−4	−2	−2	−7	0	+2	+3	−1	−14	−20	−11	−4	+2	−10	−11	−8
98	−6	−3	0	+1	−1	−2	−3	+1	+6	+1	+1	−2	−8	+3	+11	+4
99	+18	+5	0	+4	+7	+6	+1	0	+1	+3	−4	+1	+1	−2	−1	+7
1900	−8	−4	−1	+5	−4	0	+2	+4	−10	+4	−2	−23	−7	5	−10	−6
01	−5	−3	−5	−7	0	−3	+1	−1	+2	−3	+1	+2	−2	−2	−5	−7
02	0	+3	+6	+2	+1	0	+19	+1	−1	−1	−1	+6	−2	+1	+3	+5
03	−6	−2	−6	−11	−5	0	−20	−1	0	0	−5	−10	−7	−3	−8	−11
04	+15	+12	−5	−2	−9	−7	−4	+3	−3	−4	+9	−2	−4	−12	−6	−5
05	−19	−14	+5	+1	+3	0	−2	−9	−3	−3	−19	+8	+8	+3	+4	+1
06	+6	+1	+6	+7	+4	+4	+3	+4	+4	+4	+2	−7	−4	+3	−5	+3
07	−12	−7	−11	−8	−4	−8	−6	−8	−9	−6	−7	−9	−7	−2	+4	−3
08	+3	0	+4	+4	+3	+2	+5	+7	+6	+1	+1	−5	−5	−7	−8	−4
09	+1	0	0	+1	+3	+6	+1	0	+1	0	−7	0	+3	−3	−3	−3

Het + teeken beduidt verplaatsing zeewaarts (verbetering).
" — " " landwaarts (achteruitgang).
De onderstreepte cijfers hebben betrekking op door strandhoofden verdedigde kustvakken.
De niet-onderstreepte cijfers hebben betrekking op niet door strandhoofden verdedigde kustvakken.

Opmerking.

De hoofden gelegen tusschen strandpaal 39 en strandpaal 45 zijn aangelegd in de jaren 1876–1878.

De verdere hoofden gelegen ± 60 M. voor (d. i. aan de zuid-westzijde) ieder der oneven genummerde strandpalen 47—59 werden in de volgende jaren aangelegd:

Hoofden vóór de palen 47, 49 en 51 in 1890;

Hoofden vóór de palen 53, 55, 57 en 59 in 1891.

Verder liggen op het strand geen hoofden.

LAAGWATERLIJN.

Jaar.	strand-paal. 39	strand-paal. 41	strand-paal. 43	strand-paal. 45	strand-paal. 47	strand-paal. 49	strand-paal. 51	strand-paal. 53	strand-paal. 55	strand-paal. 57	strand-paal. 59	strand-paal. 61	strand-paal. 63	strand-paal. 65	strand-paal. 67	strand-paal. 69
1882																
83	− 3	− 2	− 7	− 5	− 4	+ 12	− 2	− 33	+ 7	+ 15	− 87	− 6	− 21	− 8	+ 6	+ 12
84	+ 2	+ 12	+ 15	− 3	+ 5	− 24	+ 5	+ 29	+ 12	− 14	+ 60	− 3	+ 24	+ 1	+ 13	+ 3
85	+ 3	− 6	− 1	+ 6	− 7	+ 13	− 10	− 2	− 15	+ 17	+ 12	− 5	+ 6	− 2	− 17	− 4
86	+ 1	+ 4	+ 9	+ 31	+ 2	− 1	+ 6	− 33	− 3	− 12	+ 7	+ 10	− 3	− 2	+ 17	+ 7
87	− 6	− 13	− 13	− 39	− 10	− 15	− 16	+ 6	− 4	− 19	− 22	− 63	− 32	− 14	− 25	− 21
88	0	0	− 15	− 6	− 12	− 17	− 31	− 27	− 38	− 37	− 54	+ 5	− 20	− 34	− 29	− 18
89	+ 4	+ 7	+ 15	+ 10	+ 17	+ 21	+ 35	+ 23	+ 30	+ 42	+ 49	+ 20	+ 25	+ 32	+ 33	+ 23
1890	− 9	− 4	+ 1	− 1	+ 8	− 4	− 3	− 1	− 10	+ 13	+ 10	+ 23	+ 11	+ 6	+ 5	+ 17
91	+ 17	+ 10	+ 11	+ 9	+ 4	+ 2	+ 16	+ 14	+ 4	− 5	− 15	− 4	− 3	+ 2	+ 29	+ 8
92	− 17	− 14	− 14	− 14	− 9	− 1	− 28	− 12	− 10	− 26	− 20	− 28	− 15	− 13	− 31	− 7
93	− 3	− 4	− 8	0	+ 4	0	− 5	− 1	− 4	+ 3	+ 7	− 2	0	− 3	− 2	− 22
94	− 1	− 1	0	0	+ 1	+ 1	+ 5	+ 3	+ 2	+ 15	+ 9	− 1	− 18	+ 2	− 25	+ 16
95	0	+ 2	− 1	+ 1	+ 1	− 4	− 3	− 7	− 4	− 14	− 32	− 3	− 1	− 3	− 14	− 17
96	+ 3	− 2	0	+ 2	− 4	+ 5	− 2	− 3	+ 16	− 1	+ 22	+ 4	+ 18	+ 3	+ 14	− 2
97	+ 1	− 1	− 1	+ 2	+ 11	+ 15	+ 2	− 6	− 5	+ 5	− 19	− 6	− 13	− 11	− 15	− 15
98	+ 1	− 1	+ 5	+ 2	− 2	− 8	− 1	− 1	− 1	− 2	+ 1	+ 2	− 7	− 11	+ 6	+ 3
99	− 3	0	− 4	0	− 4	+ 5	− 4	− 2	− 10	+ 2	+ 1	− 12	+ 1	+ 2	− 9	− 7
1900	− 4	+ 3	− 3	− 3	− 1	− 10	+ 1	0	+ 1	− 10	− 9	− 22	− 21	− 17	− 2	− 4
01	+ 2	0	− 2	− 4	− 4	− 4	− 2	0	− 1	− 3	− 4	− 8	+ 1	− 2	− 8	+ 1
02	− 4	+ 2	− 9	+ 1	+ 3	+ 4	0	− 4	+ 1	+ 4	+ 9	+ 12	+ 8	+ 2	+ 9	+ 3
03	− 1	− 1	− 1	− 2	− 3	− 3	− 2	− 1	− 1	− 3	− 10	− 7	− 6	− 7	− 9	− 4
04	− 3	− 6	+ 10	0	− 3	+ 1	− 1	+ 2	− 1	0	0	− 13	− 9	− 4	− 4	− 3
05	+ 5	+ 3	0	+ 1	0	− 2	− 10	− 5	− 12	− 8	− 6	− 10	− 13	− 11	− 5	− 3
06	+ 1	+ 1	+ 6	+ 3	+ 5	+ 3	+ 11	− 1	− 4	− 10	− 1	+ 5	− 13	0	− 7	− 9
07	+ 1	+ 2	+ 1	+ 5	+ 6	+ 3	+ 6	+ 10	+ 5	+ 5	− 2	+ 7	+ 20	+ 1	+ 4	+ 1
08	− 3	− 2	− 4	− 3	− 5	− 5	− 4	− 5	− 4	− 6	− 3	− 6	− 10	− 8	− 14	− 7
09	+ 2	0	+ 2	+ 1	0	+ 3	− 1	+ 4	+ 9	+ 4	− 13	+ 3	0	+ 4	+ 8	+ 7

Het + teeken beduidt verplaatsing zeewaarts (verbetering).
" − " " landwaarts (achteruitgang).
De onderstreepte cijfers hebben betrekking op door strandhoofden verdedigde kustvakken.
De niet-onderstreepte cijfers hebben betrekking op niet door strandhoofden verdedigde kustvakken.

Opmerking.

De hoofden gelegen tusschen strandpaal 39 en strandpaal 45 zijn aangelegd in de jaren 1876—1878.

De verdere hoofden gelegen ± 60 M. voor (d. i. aan de zuid-westzijde) ieder der oneven genummerde strandpalen 47—59 werden in de volgende jaren aangelegd:

Hoofden vóór de palen 47, 49 en 51 in 1890;
Hoofden vóór de palen 53, 55, 57 en 59 in 1891.
Verder liggen op het strand geen hoofden.

Oude Hoeve op Schouwen.

DUINVOET.

Jaar.	peil raai VI	peil raai VII	peil raai VIII	peil raai IX	peil raai X	peil raai XI	peil raai XII	peil raai XIII	peil raai XIV	peil raai XV	peil raai XVI	peil raai XVII	peil raai XVIII	peil raai XIX	peil raai XX	peil raai XXI	peil raai XXII	peil raai XXIII	peil raai XXIV	peil raai XXV	peil raai XXVI	peil raai XXVII
1861																						
62	−5	0	−9	−6	−3	+1	+3	+1	0	+1	−1	−1	−4	−4	−3	−2	+2	+2	+2	+4	+2	+4
63	−27	−34	−18	−23	−12	−8	−10	−9	−8	−8	−6	−10	−8	−4	−5	−5	−7	−5	−7	−7	−5	−8
64	+1	0	−5	−10	−9	−7	−4	0	−2	−2	−3	−1	−2	−2	0	0	0	0	+1	0	+3	+1
65	+6	+7	0	0	−5	−7	−7	−5	−1	−2	0	0	−1	0	0	0	+1	+1	−1	+2	0	+1
66	+12	+12	+4	+5	0	+1	0	−5	−3	−1	−2	0	−1	−2	−2	0	−1	0	+1	0	0	+2
67	+5	+5	+4	+5	0	−1	−1	0	−13	−10	−6	−5	−5	−4	−6	−2	−1	+1	+1	+4	+1	−5
68	−13	−12	−9	−10	−3	−3	−4	−6	−3	−5	−5	−9	−7	−5	−1	−5	−3	−3	−1	−4	−2	0
69	+9	+9	+5	+5	−1	−1	−1	−1	−2	−1	−3	−2	−1	−10	−6	−3	−2	+1	+3	+3	+1	+3
1870	+2	0	−1	+1	−1	−1	−4	−4	−2	−5	−6	−4	−6	−7	−8	−5	−3	−5	−5	−5	−2	−5
71	0	0	+1	+1	+1	−1	+4	+4	+2	+3	+1	−0	+1	−4	−3	−1	−1	0	+2	+3	+2	+2
72	+3	+4	+6	+4	+3	+1	0	0	−1	−1	−3	−1	−1	−4	−0	0	−2	0	0	0	+2	+3
73	+2	+1	0	−1	0	0	−2	−2	+1	−1	+1	−1	−4	−9	−6	−5	−2	0	+4	+4	−1	0
74	−2	−1	0	0	−2	−3	−2	−2	−4	−1	−6	−3	−3	−6	−8	−9	−7	−2	−7	−10	−6	−7
75	+7	+7	+4	+2	0	−2	−1	+2	−3	+1	+4	+1	−5	−9	−7	−2	−1	−2	−1	0	0	−1
76	0	0	0	+1	+1	+3	+1	+1	+5	0	−3	+3	+1	−6	−6	−7	−5	0	+5	+5	+2	−2
77	−13	−13	−9	−8	−2	−3	−1	−3	−2	−5	−7	−8	−8	−8	−7	−11	−3	−8	−8	−5	−3	0
78	+5	+7	+3	+3	−7	−4	−3	−10	−6	−4	0	−2	−3	−1	−2	−9	−10	0	+4	0	−8	−12
79	+8	+6	+7	+5	+9	+4	+5	+13	+11	+6	+7	+11	+2	+15	+7	+4	+7	+3	−3	0	−6	+2
1880	0	0	−1	0	−2	0	−4	−1	−2	−2	−4	−6	−4	−10	−6	−5	−2	+2	+12	+5	+7	+10
81	+1	0	0	0	+4	+1	+1	−1	−3	+3	0	+2	−1	+3	0	0	+2	−3	−5	−3	−2	−10
82	−1	0	0	−2	−8	+2	−3	−1	−1	−4	+1	−5	−2	−3	−4	−3	0	−4	0	−2	+3	+5
83	−5	0	+3	+6	−2	−6	−4	−5	−2	−7	−7	−5	−2	−3	−5	−2	−8	−1	−2	+3	−6	−7
84	+1	−3	−2	−4	+3	−2	−2	+1	+4	+3	+1	+2	+3	0	−1	0	+2	+22	−4	−3	+3	+7
85	+5	+4	+4	+5	+4	+4	+7	+2	+2	0	−1	0	0	+5	−1	−3	+1	−23	+13	+15	+5	0
86	+5	+5	+4	+4	+5	+5	0	+4	+7	+7	+3	+5	+3	+3	+6	0	+7	+8	+1	+5	+2	+2
87	+1	+2	+2	+1	0	+1	+3	−1	−2	−2	+3	0	+5	+1	−6	−1	0	−1	+3	0	−1	+3

Het + teeken beduidt verplaatsing zeewaarts (verbetering).
" − " " " landwaarts (achteruitgang).
De onderstreepte cijfers hebben betrekking op door strandhoofden verdedigde kustvakken.
De niet-onderstreepte cijfers hebben betrekking op niet door strandhoofden verdedigde kustvakken.

HOOGWATERLIJN.

Jaar.	peil raai VI	peil raai VII	peil raai VIII	peil raai IX	peil raai X	peil raai XI	peil raai XII	peil raai XIII	peil raai XIV	peil raai XV	peil raai XVI	peil raai XVII	peil raai XVIII	peil raai XIX	peil raai XX	peil raai XXI	peil raai XXII	peil raai XXIII	peil raai XXIV	peil raai XXV	peil raai XXVI	peil raai XXVII
1861																						
62	+3	+8	-8	-13	-8	-4	-4	-1	+4	+2	-1	-4	-8	-9	-5	+4	+6	+8	-18	+2	-10	-16
63	+10	+5	+10	+1	-1	+2	+8	+8	0	0	+6	+6	+7	+11	+5	-3	+12	-3	-3	-7	-3	-20
64	+3	-5	-4	-3	-16	-15	-18	-19	-8	-6	-6	-11	-14	-23	-9	-2	-13	-2	-1	-5	-7	-9
65	-12	0	+6	+11	+7	-2	0	-2	-2	-3	0	+1	+2	+1	+6	+6	+4	+7	+10	+10	+18	0
66	+2	-3	-4	-6	-1	+1	-7	-14	-26	-17	-18	-15	-14	-6	-4	-19	0	-16	-3	-13	-30	+4
67	-9	-7	-9	-3	-1	0	+4	+1	-4	-7	-4	-10	-11	-17	-30	+2	-20	-1	-9	+10	-10	-10
68	+5	+6	+8	+6	+6	+3	+1	+5	+11	+8	+1	-3	-3	+6	+7	-10	+10	-7	+6	-12	+11	-6
69	-1	0	0	0	-1	0	+2	+2	+1	0	-1	+8	+4	-20	-13	-6	-20	-10	-18	-7	+5	+11
1870	-3	-4	-4	-7	-4	-4	-5	-4	-4	-3	-1	-5	-6	-10	-16	-9	+4	+2	-14	-10	-11	-6
71	+5	+4	+8	+7	+4	+3	0	0	+3	-2	-3	0	-6	-6	0	-5	-10	+7	+28	+18	+5	-1
72	+4	+4	+3	+3	+2	+1	0	+2	-2	+1	0	+2	-9	-4	-2	-6	-11	-5	-8	+21	0	-9
73	-1	-1	-4	-4	-2	-3	-1	-5	-3	-2	-4	-4	-4	-8	-6	-5	+1	-10	-6	-32	-1	+5
74	+6	+7	+9	+7	+8	+8	+6	+10	+9	+7	+7	+7	0	-8	-5	-2	+4	+9	+3	-5	-10	-3
75	+1	-1	-9	-3	-2	-4	-4	-6	-1	-2	-4	-4	+3	-8	-11	-7	-8	-6	+9	+17	-10	-20
76	-10	-10	-1	-6	-6	-6	-6	-7	-9	-8	-8	-8	-14	0	0	-15	-13	+3	-5	-7	+5	+4
77	+15	+5	+2	+2	+10	+1	+3	+4	+5	+3	+4	+4	+8	+12	-3	+6	+9	-1	+9	-5	+22	+23
78	-20	-10	-5	-9	-19	-7	-9	-10	-10	-8	-11	-10	-3	-11	-7	-13	-4	-12	+6	-10	-54	-43
79	+25	+27	+14	+16	+15	+12	+9	+10	+9	+8	+11	+10	+7	+4	+5	+4	+11	+5	+8	+41	+13	+8
1880	-17	-22	-6	-7	0	-5	+3	-3	-4	-4	-6	-7	-4	-3	-2	+4	-8	-11	-26	-19	+1	+1
81	+4	+3	-3	0	-8	-2	-5	0	+1	0	-1	0	-5	+3	-2	-4	-2	+1.	+5	+1	+11	+1
82	+3	+7	+3	+2	+1	+2	-1	+2	+1	0	-3	-1	+5	-2	-1	-4	-7	-5	+5	+11	+4	+5
83	-2	-3	+13	+3	+14	+11	+2	+9	+3	+1	+4	+4	0	+14	+11	+14	+17	+18	-1	-19	+5	+1
84	+4	+6	-14	+5	-12	-6	+6	-3	+2	+1	+4	+4	+13	0	-2	+3	-3	+36	+14	+14	+15	+5
85	-1	+2	+12	-3	+4	+3	-2	-3	-2	0	-5	-5	-4	0	-1	-13	-7	-47	-11	-9	-23	+13
86	-6	-9	-10	-2	-10	-1	-6	-7	+1	-4	0	0	-4	-2	-1	+2	-3	-2	-9	-2	-2	-14
87	+2	+6	+4	-1	0	-10	-1	+2	-6	-2	-3	-6	-1	-6	-18	-13	-4	-9	-2	-6	-1	-3

Het + teeken beduidt verplaatsing zeewaarts (verbetering).
" − " " landwaarts (achteruitgang).
De onderstreepte cijfers hebben betrekking op door strandhoofden verdedigde kustvakken.
De niet-onderstreepte cijfers hebben betrekking op niet door strandhoofden verdedigde kustvakken.

LAAGWATERLIJN.

Jaar.	peil raai VI	peil raai VII	peil raai VIII	peil raai IX	peil raai X	peil raai XI	peil raai XII	peil raai XIII	peil raai XIV	peil raai XV	peil raai XVI	peil raai XVII	peil raai XVIII	peil raai XIX	peil raai XX	peil raai XXI	peil raai XXII	peil raai XXIII	peil raai XXIV	peil raai XXV	peil raai XXVI	peil raai XXVII
1861																						
62	+ 32	+ 12	+ 24	+ 20	+ 13	+ 14	+ 8	+ 5	+ 11	− 5	0	+ 4	+ 4	+ 8	− 1	− 17	− 8	− 5	+ 2	+ 5	+ 2	− 12
63	+ 15	+ 3	+ 6	− 3	+ 6	0	+ 9	+ 3	− 1	+ 6	− 1	+ 2	+ 2	+ 4	− 3	− 2	− 18	− 10	0	0	− 7	− 3
64	+ 5	+ 11	+ 15	+ 15	0	− 5	− 13	− 5	− 8	0	+ 2	+ 2	− 1	− 1	− 2	− 5	+ 10	− 3	− 4	− 10	− 2	− 8
65	0	− 3	+ 10	+ 7	+ 6	+ 3	+ 5	+ 4	+ 7	+ 10	+ 8	+ 9	+ 2	+ 1	− 2	+ 2	0	+ 4	+ 11	+ 12	+ 9	+ 3
66	− 4	− 1	− 6	0	+ 6	+ 6	− 4	− 27	− 39	− 46	− 38	− 39	− 38	− 41	− 36	− 38	− 37	− 31	+ 7	+ 10	+ 3	+ 2
67	+ 1	0	+ 1	+ 2	+ 1	+ 1	+ 4	+ 4	− 3	− 8	− 10	− 8	− 3	− 4	− 16	− 3	− 6	− 10	− 21	− 11	− 15	− 5
68	+ 3	+ 3	0	+ 1	− 2	− 2	0	+ 13	+ 16	+ 24	+ 11	+ 3	+ 5	+ 4	+ 22	+ 18	+ 25	+ 40	+ 2	0	+ 1	− 3
69	− 5	− 3	0	− 3	− 4	− 2	− 2	− 4	− 2	− 5	− 6	+ 2	+ 1	− 32	− 32	− 26	− 15	− 25	− 5	− 2	+ 9	+ 2
1870	+ 3	+ 5	− 10	− 4	0	− 9	− 3	− 2	− 1	+ 1	− 1	− 1	− 1	− 9	− 3	− 10	− 8	+ 9	− 22	− 29	− 15	− 46
71	− 1	− 3	+ 12	+ 7	+ 3	+ 7	0	− 2	− 2	− 9	− 4	− 3	− 9	− 16	− 15	− 16	− 19	− 34	+ 11	+ 22	+ 10	+ 20
72	− 13	− 10	− 10	− 9	− 9	− 5	− 4	+ 7	+ 7	+ 7	+ 4	+ 4	+ 2	− 9	− 1	+ 14	− 15	0	− 12	− 15	− 35	− 16
73	− 1	0	+ 3	+ 1	+ 6	+ 2	− 1	− 10	− 6	− 5	− 3	− 3	− 7	+ 9	− 4	+ 17	+ 10	0	− 15	− 14	+ 12	+ 7
74	+ 12	+ 7	+ 5	+ 3	+ 1	+ 4	+ 1	+ 3	+ 1	+ 2	− 1	− 3	− 13	− 7	− 10	− 20	− 5	0	+ 18	+ 7	− 3	− 4
75	− 5	− 6	− 3	0	0	− 3	− 1	− 2	0	− 2	+ 2	+ 6	+ 20	− 5	− 5	0	+ 15	+ 10	+ 20	+ 20	+ 16	− 8
76	− 2	+ 3	0	+ 8	− 1	0	+ 4	+ 8	+ 5	+ 2	0	− 5	− 10	− 10	− 9	− 30	− 35	− 25	− 15	− 10	− 5	+ 10
77	− 3	− 1	− 2	− 11	− 2	− 2	− 3	− 2	− 6	− 1	− 2	− 2	+ 14	+ 15	+ 9	0	+ 5	0	0	− 30	− 20	− 20
78	0	− 5	− 3	0	− 2	− 2	− 4	− 2	0	− 1	− 1	− 2	− 12	+ 5	+ 4	+ 30	− 1	0	+ 12	+ 30	− 5	+ 19
79	− 1	0	− 1	0	− 1	+ 1	+ 1	− 1	− 1	− 1	+ 1	− 1	0	+ 1	− 1	− 30	− 1	− 30	+ 1	0	− 9	− 2
1880	+ 7	+ 6	+ 4	0	+ 4	+ 5	+ 7	+ 5	+ 7	+ 3	+ 2	+ 5	− 7	+ 14	+ 8	+ 10	+ 17	+ 20	− 1	0	+ 14	− 7
81	+ 1	− 1	0	+ 1	+ 2	− 9	0	− 1	− 3	− 1	+ 1	+ 1	+ 9	+ 1	+ 2	− 15	− 1	0	− 1	− 1	− 1	− 2
82	+ 1	+ 1	0	− 3	− 4	− 2	− 1	− 1	− 1	− 1	0	− 1	+ 1	− 2	− 3	+ 5	0	+ 5	− 6	+ 4	+ 11	+ 13
83	− 30	− 13	0	+ 3	+ 1	+ 9	0	− 4	− 1	+ 2	3	− 2	− 10	− 4	− 5	− 5	+ 9	− 5	− 10	− 18	− 10	− 8
84	+ 8	+ 22	− 15	+ 15	− 14	− 6	− 9	− 3	− 2	− 1	0	+ 2	+ 4	0	+ 1	+ 15	+ 1	+ 40	− 20	+ 1	− 5	− 3
85	+ 31	− 10	+ 19	− 18	+ 12	+ 10	+ 13	+ 6	+ 4	0	0	0	+ 11	+ 11	+ 11	0	+ 21	− 35	+ 7	− 5	+ 5	+ 12
86	− 12	+ 5	− 2	+ 6	+ 4	− 6	− 8	− 6	− 7	− 6	− 10	− 7	+ 9	+ 13	+ 5	0	+ 10	0	+ 3	+ 4	− 6	− 14
87	+ 18	− 1	+ 8	+ 3	+ 2	+ 5	0	+ 1	+ 3	+ 6	+ 13	+ 9	− 2	− 6	− 2	0	− 21	0	+ 1	− 1	− 2	− 2

Het + teeken beduidt verplaatsing zeewaarts (verbetering).
" − " " " landwaarts (achteruitgang).
De onderstreepte cijfers hebben betrekking op door strandhoofden verdedigde kustvakken.
De niet-onderstreepte cijfers hebben betrekking op niet door strandhoofden verdedigde kustvakken.

Bijlage C.

Paal.		Gemiddelde afstand in meters van de laagwaterlijn tot den paal. Tijdperk. 1843/46	1847/56	1857/66	1867/76	1877/86	1887/96	1897/1906
Huisduinen	0	48	61	90	63	36	40	41
	1	53	105	114	71	58	115	145
	2	46	89	103	62	66	78	61
	3	70	86	98	76	83	72	56
	4	51	68	59	34	30	14	9
	5	61	81	91	56	44	31	27
	6	38	73	67	47	24	3	12
	7	49	69	72	50	30	17	24
	8	50	73	49	27	11	10	— 7
	9	62	82	69	58	34	31	6
	10	67	79	74	49	32	3	— 5
	11	73	80	70	35	11	— 19	0
	12	57	90	69	32	12	— 12	— 8
Callantsoog	13	55	67	54	21	20	15	26
	14	71	77	72	61	66	69	61
	15	68	75	87	89	78	65	53
	16	58	65	71	37	38	19	0
	17	53	85	77	59	31	— 20	— 15
	18	95	97	99	52	33	49	76
	19	70	71	55	5	— 30	— 20	— 10
	20	40	30	12	— 9	— 36	— 30	— 33
Petten	21	95	111	65	54	45	41	47
Kamperduin	26	53	76	51	30	14	13	22
	27	64	69	46	29	— 5	— 12	— 19
	28	51	78	41	20	— 3	— 1	— 6
	29	54	70	57	21	— 4	— 2	3
	30	58	91	66	47	6	11	3
	31	59	90	73	36	16	36	22
	32	83	101	73	71	53	21	40

Verlies (—) of aanwinst (+) in het Tijdperk.							Opmerkingen.
1843/46 tot 1847/56 = 7 jaar.	1847/56 tot 1857/66 = 10 jaar.	1857/66 tot 1867/76 = 10 jaar.	1867/76 tot 1877/86 = 10 jaar.	1877/86 tot 1887/96 = 10 jaar.	1887/96 tot 1897/1906 = 10 jaar.	1857/66 tot 1897/1906 = 40 jaar.	
13	29	— 27	— 27	4	1	— 49	[1]) Strandhoofden 1902
52	9	— 43	— 13	57	30	31	
43	14	— 41	4	12	— 17	— 42	[2]) " 1901
16	12	— 22	7	— 11	— 16	— 42	[3]) " 1900
17	— 9	— 25	— 4	— 16	— 5	— 50	[4]) " 1899
20	10	— 35	— 12	— 13	— 4	— 64	[5]) " 1883
35	— 6	— 20	— 23	— 21	9	— 73	[6]) " 1881
20	3	— 22	— 20	— 13	7	— 48	[7]) " 1880
23	— 24	— 22	— 16	— 1	— 17	— 56	
20	— 13	— 11	— 24	— 3	— 25	— 63	
12	— 5	— 25	— 17	— 29	— 8[1])	— 79	
7	— 10	— 35	— 24	— 30	19[2])	— 70	
33	— 21	— 37	— 20	— 24	4[3])	— 77	
12	— 13	— 33	— 1	— 5	11[4])	— 28	
6	— 5	— 11	5	3	— 8	— 11	
7	12	2	— 11	— 13	— 12	— 34	
7	6	— 34	1	— 19	— 19	— 71	
32	— 8	— 18	— 28	— 51	5	— 92	
2	2	— 47	— 19[5])	16[5])	27[5])	— 23	
1	— 16	— 50	— 35[6])	10[6])	10[6])	— 65	
— 10	— 18	— 21	— 27[7])	6[7])	— 3[7])	— 45	
16	— 46	— 11	— 9	— 4	6	— 18	
23	— 25	— 21	— 16	— 1	9	— 29	
5	— 23	— 17	— 34	— 7	— 7	— 65	
27	— 37	— 21	— 23	2	— 5	— 47	
16	— 13	— 36	— 25	2	5	— 54	
33	— 25	— 19	— 41	5	— 8	— 63	
31	— 17	— 37	— 20	20	— 14	— 51	
18	— 28	— 2	— 18	— 32	19	— 33	

Paal.		Gemiddelde afstand in meters van de laagwaterlijn tot den paal.						
		Tijdperk.						
		1843/46	1847/56	1857,66	1867/76	1877/86	1887/96	1897/1906
	33	88	116	92	59	40[8])	53	55
	34	80	84	71	56	38	41	51
	35	46	73	49	36	20	19	37
	36	39	92	84	42	37	31	65
	37	64	95	106	86	62	62	91
Egmond a/Z.	38	61	97	87	66	72	58	87
	39	51	84	77	58	42	57	80
	40	66	70	79	33	23	37	82
	41	52	77	76	46	52	63	67
	42	45	92	71	61	37	47	78
	43	37	86	75	56	31	49	54
	44	55	87	101	76	60	73	88
	45	71	100	128	98	65	94	94
	46	58	92	104	82	69	77	79
	47	55	95	101	66	57	65	79
	48	66	100	109	78	69	63	88
	49	65	112	124	97	86	86	83
	50	68	100	120	83	71	64	94
	51	82	93	125	87	48	48	57
Wijk a/Z.	52	83	96	126	62	45	56	87
	53	101	116	133	77	76	120	168
	54	96	126	149	125	191	285	300
	55	108	131	161	223	424	591	646
	56	120	134	185	198	269	267	242
	57	125	136	166	133	210	241	247
	58	98	118	157	114	109	129	123
	59	96	108	156	98	80	86	71
	60	90	120	149	96	85	87	93
	61	105	129	164	134	117	134	145
	62	90	126	162	120	106	118	146
	63	85	128	164	122	110	119	149

Verlies (—) of aanwinst (+) in het							Opmerkingen.
Tijdperk.							
1843/46 tot 1847/56 = 7 jaar.	1847/56 tot 1857/66 = 10 jaar.	1857/66 tot 1867/76 = 10 jaar.	1867/76 tot 1877/86 = 10 jaar.	1877/86 tot 1887/96 = 10 jaar.	1887/96 tot 1897/1906 = 10 jaar.	1857/66 tot 1897/1906 = 40 jaar.	
28	— 24	— 33	— 19	13	2	— 37	
4	— 13	— 15	— 18	3	10	— 20	
27	— 24	— 13	— 16	— 1	18	— 10	
53	— 8	— 42	— 5	— 6	34	— 19	
31	11	— 20	— 24	0	29	— 15	
36	— 10	— 21	6	— 14	29	0	
33	— 7	— 19	— 16	15	23	3	
4	9	— 46	— 10	14	45	3	
25	— 1	— 30	6	11	4	— 9	
47	— 21	— 10	— 24	10	31	7	
49	— 11	— 19	— 25	18	5	— 21	
32	14	— 25	— 16	13	15	— 13	
29	28	— 30	— 33	29	0	— 34	
34	12	— 22	— 13	8	2	— 25	
40	6	— 35	— 9	8	14	— 22	
34	9	— 31	— 9	— 6	25	— 21	
47	12	— 27	— 11	0	— 3	— 41	
32	20	— 37	— 12	— 7	30	— 26	
11	32	— 38	— 39	0	9	— 68	
13	30	— 64	— 17	11	31	— 39	
15	17	— 56 [11]	— 1 [11]	44 [11]	48 [11]	35 [11]	
30	23	— 24 [11]	66 [11]	94 [11]	15 [11]	151 [11]	
23	30	62 [9]	201 [9]	167 [9]	55 [9]	485 [9]	
14	51	13 [10]	71 [10]	— 2 [10]	— 25 [10]	57 [10]	
11	30	— 33 [11]	77 [11]	31 [11]	6 [11]	81 [11]	
20	39	— 43 [11]	— 5 [11]	20 [11]	— 6 [11]	— 34 [11]	
12	48	— 58	— 18	6	— 15	— 85	
30	29	— 53	— 11	2	6	— 56	
24	35	— 30	— 17	17	11	— 19	
36	36	— 42	— 14	12	28	— 16	
43	36	— 42	— 12	9	30	— 15	

[8]) In 1877 is hier blijkbaar geene opmeting geschied.

[9]) Ter plaatse van den Noorder havendam te Ymuiden aangelegd 1867—1877.

[10]) Ter plaatse van den Zuiderhavendam te Ymuiden aangelegd 1869—1875.

[11]) Sterk onder den invloed van de havendammen te Ymuiden.

Paal.		Gemiddelde afstand in meters van de laagwaterlijn tot den paal. Tijdperk.						
		1843/46	1847/56	1857/66	1867/76	1877/86	1887/96	1897/1906
	64	93	130	172	145	129	140	167
	65	80	130	170	145	129	135	152
Zandvoort	66	73	129	165	144	133	137	157
	67	63	117	157	138	111	121	149
	68	71	112	152	130	103	106	119
	69	64	108	138	102	96	106	121
	70	66	111	136	110	97	107	120
	71	76	111	141	108	109	110	127
	72	—	—	140	122	99	104	137
	73	—	—	146	137	100	118	148
	74	—	—	146	118	86	105	126
	75	—	—	137	110	84	100	129
	76	—	—	139	118	85	96	129
	77	—	—	136	121	94	102	125
	78	—	—	139	134	101	116	138
	79	—	—	126	105	81	95	123
	80	—	—	115	106	72	84	92
	81	—	—	120	100	69	89	99
Noordwijk	82	—	—	114 [12])	98	76	107	134
	83	—	—	128	112	89	117	136
	84	—	—	125	112	99	109	124
	85	—	—	133	140	100	128	148
	86	—	—	132	139	115	134	161
	87	—	—	120	105	99	100	123
	88	—	—	121	114	96	95	116
	89	—	—	110	105	84	90	115
	90	—	—	120	124	99	99	133
	91	—	—	123	105	121	102	133
	92	—	—	141	118	110	122	153
	93	—	—	122	108	91	90	126
	94	—	—	122	116	105	103	123

Verlies (—) of aanwinst (+) in het Tijdperk.							Opmerkingen.
1843/46 tot 1847/56 = 7 jaar.	1847/56 tot 1857/66 = 10 jaar.	1857/66 tot 1867/76 = 10 jaar.	1867/76 tot 1877/86 = 10 jaar.	1877/86 tot 1887/96 = 10 jaar.	1887/96 tot 1897/1906 = 10 jaar.	1857/66 tot 1897/1906 = 40 jaar.	
37	42	— 27	— 16	11	27	— 5	[12]) Kon in 1859 niet tot de waterlijn gemeten worden.
50	40	— 25	— 16	6	17	— 18	
56	36	— 21	— 11	4	20	— 8	
54	40	— 19	— 27	10	28	— 8	
41	40	— 22	— 27	3	13	— 33	
44	30	— 36	— 6	10	15	— 17	
45	25	— 26	— 13	10	13	— 16	
35	30	— 33	1	1	17	— 14	
—	—	— 18	— 23	5	33	— 3	
—	—	— 9	— 37	18	30	2	
—	—	— 28	— 32	19	21	— 20	
—	—	— 27	— 26	16	29	— 8	
—	—	— 21	— 33	11	33	— 10	
—	—	— 15	— 27	8	23	— 10	
—	—	— 5	— 33	15	22	— 1	
—	—	— 21	— 24	14	28	— 3	
—	—	— 9	— 34	12	8	— 23	
—	—	— 20	— 31	20	10	— 21	
—	—	— 16	— 22	31	27	20	
—	—	— 16	— 23	28	19	8	
—	—	— 13	— 13	10	15	— 1	
—	—	7	— 40	28	20	15	
—	—	7	— 24	19	27	29	
—	—	— 15	— 6	1	23	3	
—	—	— 7	— 18	— 1	21	— 5	
—	—	— 5	— 21	6	25	5	
—	—	4	— 25	0	34	13	
—	—	— 18	16	— 19	31	10	
—	—	— 23	— 8	12	31	12	
—	—	— 14	— 17	— 1	36	4	
—	—	— 6	— 11	— 2	20	1	

Paal.	Gemiddelde afstand in meters van de laagwaterlijn tot den paal.						
	Tijdperk.						
	1843/46	1847/56	1857/66	1867/76	1877/86	1887/96	1897/1906
95	—	—	142	120	115	122	155
96	—	—	130	114	104	113	130
97	—	—	142	129	117	119	139
98	—	—	132	116	119	110	80
99	—	—	118	121	113	99	80
100	—	—	121	127	109	90	119
Scheveningen 101	—	—	110	88	77	45	85
102	—	—	99	65	50	[13]	
103	—	—	85	30	— 6	9	29
104	—	—	91	23	— 19	— 2	93
105	—	—	76	58	57	51	44
Loosduinen 106	—	—	87	77	77	75	76
107	—	—	100	99	89	83	94
108	—	—	89	74	72	65	72
109	—	—	91	80	80	76	70
110	—	—	83	77	75	54	46
111	—	—	105	81	82	59	59
Monster 112	—	—	101	85	75	69	91
113	—	—	100	66	61	49	77
114	—	—	99	77	73	64	109
'sGravesande 115	—	—	102	75	62	47	48
116	—	—	114	117	89	85	96
117	—	—	103	103	105	106	138
118	—	—	87	211	291	359	411

Verlies (—) of aanwinst (+) in het Tijdperk.							Opmerkingen.
1843/46 tot 1847/56 = 7 jaar.	1847/56 tot 1857/66 = 10 jaar.	1857/66 tot 1867/76 = 10 jaar.	1867/76 tot 1877/86 = 10 jaar.	1877/86 tot 1887/96 = 10 jaar.	1887/96 tot 1897/1906 = 10 jaar.	1857/66 tot 1897/1906 = 40 jaar.	
—	—	— 22	— 5	7	33	13	[18] In 1887 ver-
—	—	— 16	— 10	9	17	0	vallen; valt in den
—	—	— 13	— 12	2	20	— 3	mond van het ver-
—	—	— 16	3	— 9	— 30	— 52	verschingskanaal.
—	—	3	— 8	— 14	— 19 [14]	— 38 [14]	[14] Strandhoofd
—	—	6	— 18	— 19	29 [15]	— 2 [15]	1902.
—	—	— 22	— 11	— 32 [16]	40 [16]	— 25 [16]	[15] „ 1896.
—	—	— 34	— 15	[17]	[17]	[17]	[16] „ 1895.
—	—	— 55	— 36	15 [18]	20 [18]	— 56 [18]	[17] Mond Verver-
—	—	— 68	— 42	17 [19]	95 [19]	2 [19]	schingskanaal 1887.
—	—	— 18 [20]	— 1 [20]	— 6 [20]	— 7 [20]	— 32 [20]	[18] Strandhoofd
—	—	— 10 [21]	0 [21]	— 2 [21]	1 [21]	— 11 [21]	1890.
—	—	— 1 [22]	— 10 [22]	— 6 [22]	11 [22]	— 6	[19] „ 1890.
—	—	— 15 [23]	— 2 [23]	— 7 [23]	7 [23]	— 17	[20] „ 1864—1867.
—	—	— 11 [23]	0 [23]	— 4 [23]	— 6 [23]	— 21	[21] „ 1861.
—	—	— 6 [23]	— 2 [23]	— 21 [23]	— 8 [23]	— 37	[22] „ 1855.
—	—	— 24 [24]	1 [24]	— 23 [24]	0 [24]	— 46	[23] „ 1826.
—	—	— 16 [25]	— 10 [25]	— 6 [25]	22 [25]	— 10	[24] „ 1807.
—	—	— 34 [26]	— 5 [26]	— 12 [26]	28 [26]	— 23	[25] „ 1792.
—	—	— 22 [27]	— 4 [27]	— 9 [27]	45 [27]	10	[26] „ 1791.
—	—	— 27 [27]	— 13 [27]	— 15 [27]	1 [27]	— 54	[27] „ voor 1791.
—	—	3 [28]	— 28 [28]	— 4 [28]	11 [28]	— 18	[28] „ 1855.
—	—	0 [29]	2 [29]	1 [29]	32 [29]	35	[29] Sterk onder
—	—	124 [29]	80 [29]	68 [29]	52 [29]	324	den invloed van de havendammen aan den Hoek van Holland.

BIJLAGE D.

Afstand van de lijnen van 7 M. —N.A.P. en van 10 M. —N.A.P. uit de lijn van laagwater volgens peilingen, verricht in de jaren 1895—1898. (Vaste wal van Noord- en Zuid-Holland).

Nummer van den Raai (strandpaal)	Dieptelijn van		Nummer van den Raai (strandpaal)	Dieptelijn van		Nummer van den Raai (strandpaal)	Dieptelijn van		Nummer van den Raai (strandpaal)	Dieptelijn van	
	7 M. -N.A.P.	10 M. -N.A.P.		7 M. -N.A.P.	10 M. -N.A.P.		7 M. -N.A.P.	10 M. -N.A.P.		7 M. -N.A.P.	10 M. -N.A.P.
	M.	M.		M.	M.		M.	M.		M.	M.
116	780	2320	88	1010	1700	60	1080	1720	32	720	1130
115	550	1840	87	1000	1760	59	1020	1720	31	700	1100
114	470	1460	86	970	1720	58	1000	1780	30	720	1110
113	520	1520	85	970	1700	57	1060	1670	29	650	1000
112	440	1350	84	1120	1800	56			28	620	980
111	530	1170	83	1120	1820	55			27	580	950
110	530	1190	82	1120	1770	54	1100	1630	26	600	950
109	520	1250	81	1180	1860	53	1060	1770	25	650 [1]	950 [1]
108	580	1170	80	1200	1860	52	960	1720	24	600 [1]	950 [1]
107	620	1230	79	1180	1870	51	880	1640	23	570 [1]	800 [1]
106	660	1420	78	1220	1860	50	860	1520	22	520 [1]	720 [1]
105	750	1450	77	1260	1920	49	850	1500	21	550 [1]	670 [1]
104	680	1400	76	1250	1920	48	900	1500	20	530	700
103	720	1320	75	1250	1920	47	900	1480	19	510	650
102	680	1220	74	1250	1950	46	880	1440	18	440	1250
101	750	1250	73	1220	1970	45	880	1430	17	320	1900
100	800	1370	72	1250	1940	44	850	1390	16	520 [2]	1800
99	750	1370	71	1270	1940	43	850	1350	15	890	1640
98	800	1480	70	1250	1900	42	840	1300	14	670	1440
97	850	1640	69	1300	1960	41	800	1270	13	640	1360
96	940	1720	68	1250	1900	40	800	1250	12	580	1300
95	950	1700	67	1260	1860	39	780	1200	11	530	1200
94	970	1650	66	1300	1850	38	780	1210	10	600	1320
93	1000	1650	65	1260	1840	37	740	1200	9	640	1550
92	1010	1720	64	1270	1820	36	700	1180	8	640	2000
91	1040	1690	63	1240	1800	35	760	1180			
90	950	1640	62	1170	1720	34	700	1120			
89	950	1650	61	1070	1780	33	720	1120			

1) Gerekend van den teen der zeewering af.

2) Op 1000 M. uit de laagwaterlijn een rug van 57 d.M.

BIJLAGE E.

Staat houdende overzicht van uitkomsten van de tweemaandelijksche strandmetingen in Noord-Holland van 1901—1907.

Nummer.	Grootste afname in 2 maanden tijds. cM.	Grootste toename in 2 maanden tijds. cM.	Grootste hoogteverschil van het strand van 1 Jan. 1901—31 Dec. 1907. cM.	Twee-maandelijksch tijdvak, waarin de grootste afname plaats had.	Twee-maandelijksch tijdvak, waarin de grootste toename plaats had.
Oorspronk. strandpaal 0	93	100	210	31 Aug. 1902-31 Oct. 1902	1 Maart 1901-1 Mei 1901
„ „ 1	60	45	117	30 Apr. 1906-30 Juni 1906	31 Dec. 1902-28 Febr. 1903
Buitenhulp „ 1 op 120 M.	100	100	234	1 Mei 1902-1 Juli 1902	28 Febr. 1907-30 Apr. 1907
Oorspronk. „ 2	95	83	182	30 Juni 1904-31 Aug. 1904	31 Oct. 1904-31 Dec. 1904
„ „ 3	114	118	194	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	29 Febr. 1904-30 Apr. 1904
„ „ 4	60	110	127	31 Oct. 1904-31 Dec. 1904	31 Dec. 1906-28 Febr. 1907
Binnenhulp „ 4 op 60 M.	116	105	135	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	28 Febr. 1906-30 Apr. 1906
Oorspronk. „ 5	96	90	131	31 Oct. 1904-31 Dec. 1904	31 Oct. 1903-31 Dec. 1903
Binnenhulp „ 5 op 50 M.	66	55	138	31 Dec. 1904-28 Febr. 1905	30 Apr. 1907-30 Juni 1907
Oorspronk. „ 6	65	80	138	30 Aug. 1903-31 Oct. 1903	31 Dec. 1904-28 Febr. 1905
Binnenhulp „ 6 op 50 M.	130	70	225	1 Maart 1901-1 Mei 1901	30 Apr. 1904-30 Juni 1904
Oorspronk. „ 7	50	50	128	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	1 Maart 1901-1 Mei 1901
Binnenhulp „ 7 op 50 M.	55	87	127	31 Oct. 1903-31 Dec. 1903	28 Febr. 1906-30 Apr. 1906
Oorspronk. „ 8	40	60	132	1 Juli 1902-31 Aug. 1902	1 Nov. 1901-1 Jan. 1902
Binnenhulp „ 8 op 50 M.	53	53	—	29 Febr. 1904-30 Apr. 1904	31 Dec. 1903-29 Febr. 1904
Oorspronk. „ 9	107	82	—	29 Febr. 1904-30 Apr. 1904	31 Dec. 1903-29 Febr. 1904
„ „ 10	50	50	110	31 Aug. 1904-31 Oct. 1904	31 Oct. 1904-31 Dec. 1904
Binnenhulp „ 10 op 80 M.	80	60	107	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	31 Aug. 1907-1 Oct. 1907
Oorspronk. „ 11	77	178	178	1 Juni 1901-1 Aug. 1901	1 Aug. 1901-1 Oct. 1901
Binnenhulp „ 11 op 50 M.	35	54	64	1 Mei 1901-1 Juli 1901	1 Aug. 1901-1 Oct. 1901
Oorspronk. „ 12	50	70	—	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	1 Nov. 1901-1 Jan. 1902
Binnenhulp „ 12 op 55 M.	55	114	114	1 Juli 1902-31 Aug. 1902	31 Aug. 1902-31 Oct. 1902
Oorspronk. „ 13	78	58	195	30 April 1904-30 Juni 1904	30 Juni 1904-31 Aug. 1904
Binnenhulp „ 13 op 50 M.	35	45	—	31 Dec. 1903-29 Febr. 1904	31 Aug. 1904-31 Oct. 1904
Oorspronk. „ 14	120	73	140	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906	30 Apr. 1903-30 Juni 1903
„ „ 15	132	79	—	30 Juni 1903-30 Aug. 1903	30 Aug. 1903-31 Oct. 1903
„ „ 16	48	50	—	30 Apr. 1904-30 Juni 1904	1 Maart 1902-1 Mei 1902
Binnenhulp „ 16 op 60 M.	70	115	150	30 Juni 1903-30 Aug. 1903	30 Apr. 1903-30 Juni 1903
„ „ 17	75	75	220	1 Juli 1902-31 Aug. 1902	1 Mei 1902-1 Juli 1902
„ „ 18	—	—	—	—	—
„ „ 19	100	95	113	28 Febr. 1903-30 Apr. 1903	31 Dec. 1902-28 Febr. 1903
„ „ 19 op 81 M.	98	90	172	31 Dec. 1906-28 Febr. 1907	1 Febr. 1901-1 April 1901

Nummer.			Grootste afname in 2 maanden tijds. cM.	Grootste toename in 2 maanden tijds. cM.	Grootste hoogteverschil van het strand van 1 Jan. 1901—31 Dec. 1907. cM.	Twee-maandelijksch tijdvak, waarin de grootste afname plaats had.	Twee-maandelijksch tijdvak, waarin de grootste toename plaats had.
Oorspronk.	strandpaal	20	onbereikbaar			—	—
Binnenhulp	„	20	55	89	139	31 Dec.1902-28 Febr.1903	30 Apr.1905-30 Juni 1905
Oorspronk.	„	21	—	—	—	—	—
„	„	26	68	70	153	1 Mei 1902-1 Juli 1902	30 Juni 1904-31 Aug.1904
Binnenhulp	„	26	80	43	125	1 Nov. 1901-1 Jan. 1902	28 Febr.1903-30 Apr.1903
Oorspronk.	„	27	85	60	170	1 Oct. 1901-1 Dec. 1901	1 Aug. 1901-1 Oct. 1901
Binnenhulp	„	27	100	151	178	1 Juni 1901-1 Aug. 1901	1 April 1901-1 Juni 1901
Oorspronk.	„	28	120	50	130	1 Oct. 1901-1 Dec. 1901	1 Jan. 1902-1 Maart 1902
Binnenhulp	„	28	115	127	190	1 Oct. 1901-1 Dec. 1901	31 Aug. 1902-21 Oct. 1902
Oorspronk.	„	29	85	88	115	22 Aug. 1901-1 Nov. 1901	1 April 1901-1 Juni 1901
Binnenhulp	„	29	145	115	215	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	31 Aug. 1907-31 Oct. 1907
Oorspronk.	„	30	130	100	172	31 Dec.1904-28 Febr.1905	30 Apr. 1905-30 Juni 1905
Binnenhulp	„	30	70	128	178	31 Oct. 1902-31 Dec. 1902	31 Aug. 1902-31 Oct. 1902
Oorspronk.	„	31	125	152	187	22 Aug. 1901-1 Nov. 1901	31 Oct. 1904-31 Dec. 1904
Binnenhulp	„	31	85	65	162	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906	30 Apr. 1907-30 Juni 1907
Oorspronk.	„	32	80	105	150	31 Dec.1903-29 Febr.1904	31 Oct. 1903-31 Dec. 1903
Binnenhulp	„	32	65	52	86	31 Oct. 1902-31 Dec. 1902	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906
Oorspronk.	„	33	110	85	180	1 Mei 1902-1 Juli 1902	1 Febr. 1901-1 Apr. 1901
Binnenhulp	„	33	60	82	132	1 Nov. 1901-1 Jan. 1902	31 Dec.1904-28 Febr.1905
Oorspronk.	„	34	67	75	—	1 Maart 1902-1 Mei 1902	30 Juni 1904-31 Aug.1904
„	„	35	67	117	257	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907
Binnenhulp	„	35	60	53	123	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	1 Mei 1902-1 Juli 1902
Oorspronk.	„	36	96	165	—	30 Apr. 1907-30 Juni 1907	30 Juni 1904-31 Aug.1904
„	„	37	55	57	132	1 Oct. 1901-1 Dec. 1901	30 Juni 1905-30 Aug.1905
1e hulppaal	(op 't strand)	38	140	109	225	31 Dec.1902-28 Febr.1903	30 Juni 1905-30 Aug.1905
2e „	(op 't duin)	38	26	14	60	29 Febr.1904-30 Apr.1904	28 Febr.1903-30 Apr.1903
3e „	(op 't duin)	38	130	83	180	1 Jan. 1902-1 Maart 1902	31 Dec.1902-28 Febr.1903
Oorspronk.	strandpaal	39	80	86	200	30 Dec.1905-28 Febr.1906	29 Febr.1907-30 Apr.1907
„	„	40	65	58	132	31 Aug. 1907-31 Oct. 1907	28 Febr.1907-30 Apr.1907
Binnenhulp	„	40	37	36	107	31 Dec.1904-28 Febr.1905	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906
Oorspronk.	„	41	76	95	231	30 Juni 1906-31 Aug.1906	30 Juni 1907-31 Aug.1907
„	„	42	91	50	165	30 Oct. 1905-30 Dec. 1905	28 Febr.1907-30 Apr.1907
„	„	43	124	73	229	1 Nov. 1901-1 Jan. 1902	31 Dec.1902-28 Febr.1903
„	„	44	100	54	167	31 Oct. 1904-31 Dec. 1904	1 Mei 1902-1 Juli 1902
„	„	45	28	47	—	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906
„	„	46	75	82	115	1 Jan. 1902-1 Maart 1902	1 Jan. 1901-1 Maart 1901
„	„	47	80	140	250	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906	30 Juni 1904-31 Aug.1904
„	„	48	93	88	160	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906	30 Juni 1907-31 Aug.1907
„	„	49	121	98	—	1 Jan. 1902-1 Maart 1902	1 Nov. 1901.1 Jan. 1902

Nummer.		Grootste afname in 2 maanden tijds. cM.	Grootste toename in 2 maanden tijds. cM.	Grootste hoogteverschil van het strand van 1 Jan. 1901—31 Dec. 1907. cM.	Twee-maandelijksch tijdvak, waarin de grootste afname plaats had.	Twee-maandelijksch tijdvak, waarin de grootste toename plaats had.
Oorspronk. strandpaal	50	101	82	146	30 Aug. 1903-31 Oct. 1903	31 Oct. 1903-31 Dec. 1903
„ „	51	142	93	204	1 April 1901-1 Juni 1901	30 Juni 1903-30 Aug. 1903
„ „	52	90	68	132	31 Oct. 1903-31 Dec. 1903	30 Apr. 1903-30 Juni 1903
Buitenhulp „	53	68	63	130	30 Aug. 1905-31 Oct. 1905	30 Oct. 1905-30 Dec. 1905
1e „ (op 't strand) „	54	92	64	160	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	31 Aug. 1903-31 Oct. 1903
2e „ (bij 't duin) „	54	41	49	48	30 Aug. 1905-30 Oct. 1905	29 Febr. 1904-30 Apr. 1904
Oorspronk. „	55	8	33	35	1 Maart 1901-1 Mei 1901	30 Apr. 1907-30 Juni 1907
1e buit.h. (o.'t str.) „	55	72	50	100	1 Juli 1902-31 Aug. 1902	1 Mei 1902-1 Juli 1902
2e buitenhulp „	55	79	47	164	1 Mei 1902-1 Juli 1902	31 Dec. 1902-28 Febr. 1903
Buitenhulp „	56	22	38	46	31 Aug. 1904-31 Oct. 1904	31 Oct. 1904-31 Dec. 1904
Oorspronk. „	57	123	40	—	30 Aug. 1903-31 Oct. 1903	30 Juni 1904-31 Aug. 1904
Buitenhulp „	57	32	107	118	31 Aug. 1904-31 Oct. 1904	31 Oct. 1904-31 Dec. 1904
Oorspronk. „	58	120	36	224	1 April 1901-1 Juni 1901	31 Aug. 1904-31 Oct. 1904
„ „	59	50	71	122	30 Aug. 1905-30 Oct. 1905	1 Juli 1902-31 Aug. 1902
„ „	60	34	39	—	31 Oct. 1903-31 Dec. 1903	1 Nov. 1901-1 Jan. 1902
„ „	61	104	37	164	30 Aug. 1903-31 Oct. 1903	1 Nov. 1901-1 Jan. 1902
Buitenhulp „	61	80	110	125	30 Apr. 1907-30 Juni 1907	22 Aug. 1901-1 Nov. 1901
Oorspronk. „	62	130	27	193	30 Aug. 1903-31 Oct. 1903	31 Dec. 1906-28 Febr. 1907
Buitenhulp „	62	50	100	118	1 Juli 1901-22 Aug. 1901	22 Aug. 1901-1 Nov. 1901
Oorspronk. „	63	125	23	140	1 April 1901-1 Juni 1901	22 Aug. 1901-1 Nov. 1901
Buitenhulp „	63	86	105	140	31 Aug. 1906-31 Oct. 1906	31 Oct. 1906-31 Dec. 1906
Oorspronk. „	64	138	47	184	1 April 1901-1 Juni 1901	30 Juni 1906-31 Aug. 1906
Buitenhulp „	64	75	98	122	30 Juni 1903-30 Aug. 1903	30 Oct. 1905-30 Dec. 1905
Oorspronk. „	65	—	—	—	—	—
Buitenhulp „	65	101	92	146	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	31 Aug. 1907-31 Oct. 1907
1e binn.h. (in 't talud) str.p.	66	42	54	110	31 Aug. 1904-31 Oct. 1904	30 Apr. 1903-30 Juni 1903
Buitenhulp strandpaal	66	93	81	165	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	31 Aug. 1907-31 Oct. 1907
2e binn.h. (o.'t duin) „	66	95	78	127	28 Febr. 1906-30 Apr. 1906	31 Aug. 1904-31 Oct. 1904
Oorspronk. strandpaal	67	162	30	223	30 Aug. 1903-31 Oct. 1903	30 Juni 1906-31 Aug. 1906
Buitenhulp „	67	46	63	104	31 Oct. 1907-31 Dec. 1907	30 Juni 1907-31 Aug. 1907
Oorspronk. „	68	37	27	54	31 Oct. 1903-31 Dec. 1903	1 Aug 1901-1 Oct. 1901
Buitenhulp „	68	63	98	122	31 Dec. 1903-29 Febr. 1904	30 Juni 1907-31 Aug. 1907
Oorspronk. „	69	28	27	60	28 Febr. 1903-30 Apr. 1903	21 Oct. 1906-31 Dec. 1906
Buitenhulp „	69	111	63	191	1 Juli 1902-31 Aug. 1902	31 Aug. 1907-31 Oct. 1907
Oorspronk. „	70	36	38	57	1 Mei 1901-1 Juli 1901	1 Maart 1901-1 Mei 1901
Buitenhulp „	70	78	117	177	31 Dec. 1903-29 Febr. 1904	28 Febr. 1906-30 Apr. 1906
Oorspronk. „	71	36	124	153	28 Febr. 1906-30 Apr. 1906	30 Aug. 1905-30 Oct. 1905
Buitenhulp „	71	77	59	92	30 Apr. 1907-30 Juni 1907	31 Dec. 1903-29 Febr. 1904

BIJLAGE F.

Aantal malen dat de onderstaande schommelingen van

Nummer van den paal.		Afname groot van 0—20 cM.	Afname groot van 21—40 cM.	Afname groot van 41—60 cM.	Afname groot van 61—80 cM.	Afname groot van 81—100 cM
Buitenhulp paal	1	11	4	1	—	3
Oorspronkelijke „	4	9	4	4	—	—
„ „	7	9	10	1	1	—
Binnenhulp „	12	16	5	2	—	—
Oorspronkelijke „	30	5	8	4	1	—
„ „	34	6	5	2	1	—
1e binnenhulp „	38	3	5	1	1	—
Oorspronkelijke „	47	7	6	3	2	—
„ „	59	9	4	3	—	—
Binnenhulp „	19	9	5	5	—	2

1) Deze bevindt zich ongeveer halverwege tusschen de hoog- en laagwaterlijn.
2) » » » een weinig landwaarts van de laagwaterlijn.
3) Idem.
4) Idem.
5) Deze bevindt zich ongeveer ter plaatse van de hoogwaterlijn.
6) » » » een weinig landwaarts van de laagwaterlijn.
7) » » » ongeveer halverwege tusschen de hoog- en laagwaterlijn.
8) » » » een weinig zeewaarts van de hoogwaterlijn.
9) » » » » » landwaarts » » »
10) » » » » eind » » » »

het strand in verloop van twee maanden voorkwamen.

Afname grooter dan 100 cM.	Toename groot van 0—20 cM.	Toename groot van 21—40 cM.	Toename groot van 41—60 cM.	Toename groot van 61—80 cM.	Toename groot van 81—100 cM.	Toename grooter dan 100 cM.	
—	9	6	1	—	1	—	1)
—	12	2	1	—	1	1	2)
—	11	6	2	—	—	—	3)
—	8	7	—	—	—	1	4)
1	5	3	5	2	2	—	6)
—	11	3	1	1	—	—	7)
1	14	2	2	—	1	2	8)
—	7	4	2	3	—	1	9)
—	13	3	3	1	—	—	10)
—	8	3	5	2	1	—	5)

De strandpalen en hulpstrandpalen dragen het nummer van de raai, waarin zij zich bevinden.

BIJLAGE G.

Omschrijving van het kustvak.	Afstand v. h. meest noordoostelijk gelegen hoofd.	Voor den aanleg der hoofden.		Eerste tijdperk na aanleg hoofden.	
		Beschouwd tijdvak.	Voor- of achteruitgang per jaar.	Beschouwd tijdvak.	Voor- of achteruitgang per jaar.
	M.		M.		M.
Noorderstrand van Walcheren.	250	1882—1892	— 1.5	1892—1902	— 2.6
Benoordoosten hoofd 42.	450	id.	— 0.6	id.	— 3.5
	650	id.	— 0.2	id.	— 3 0
	850	id.	— 0.2	id.	— 2.0
	1050	id.	0	id.	— 1.1
Noorderstrand van Schouwen (Oude Hoeve).	200	1861—1866	— 2.5	1868—1875	— 7
Beoosten hoofd 18.	400	id.	— 2	id.	— 5.5
	600	id.	— 1.5	id.	— 3.5
	800	id.	— 1	id.	— 2.5
	1000	id.	— 0.5	id.	— 1
Delfland.	500	1884—1894	+ 1.6	1896—1902	— 5.0
Benoordoosten hoofd 45	1500	id.	+ 1.6	id.	— 2.0
bij Scheveningen.	2500	id.	+ 2.3	id.	— 0.7
	3500	id.	+ 2	id.	+ 1.3
Delfland.	1000	1889—1899	+ 1.4	1902—1909	— 2.5
Benoordoosten hoofd 46	2000	id.	+ 2.6	id.	— 0.5
bij Scheveningen.	3000	id.	+ 1.3	id.	+ 0 5
	4000	id.	+ 1.8	id.	+ 2.0
Noord-Holland.	200			1888—1898	— 1.1
Benoorden hoofd XI bij	400			id.	— 2.8
Petten.	600			id.	— 4.3
	800			id.	— 4.9
	1000	1878—1888	— 1.3	id.	— 5.3
	1200			id.	— 5.2
	1400			id.	— 4.4
	2000	id.	0	id.	— 3.4
Delfland.	200			1867—1878	— 2.2
Benoordoosten hoofd 34.	400			id.	— 3.6
	600			id.	— 5.1
	800			id.	— 4.7
	1000			id.	— 4.2
	1200			id.	— 3.6
	1400			id.	— 2.9
	1600			id.	— 2.3
	1800			id.	— 1.8
	2000			td.	— 1 3
	2200			id.	— 0.9
	2400			id.	— 0.7
	2600			id.	— 0.5
	2800			id.	— 0.2
	3000			id.	0

Tweede tijdperk na aanleg hoofden		Berekende inscharing.		Omschrijving v. d. lijn t. o. waarvan de vergelijking is geschied.	Opmerkingen.
Beschouwd tijdvak.	Voor- of achteruitgang per jaar.	Eerste tijdperk na aanleg per jaar.	Tweede tijdperk na aanleg per jaar.		
	M.	M.	M.		
1902—1909	— 3.5	— 1.1	— 2	hoogwaterlijn	De berekende inscharing per jaar gedurende het eerste en tweede tijdperk na den aanleg der hoofden is bepaald door den gemeten achteruitgang gedurende die tijdvakken te verminderen met die, welke vóór den aanleg der zuidwestelijk gelegen hoofden werd waargenomen. De waarden in de 4e, 6e en 8e kolom zijn met behulp van de uitkomsten van strandmetingen gevonden. Alleen de onderste afzonderlijk vermelde cijfers, betrekking hebbende op de inscharing benoordoosten hoofd 34 van Delfland, zijn gevonden met behulp van bijlage H van het verslag omtrent den toestand van Delfland over de dienstjaren 1887/1888 en 1888 en geven slechts weer, welke waarschijnlijk gedurende de jaren 1867–1878 en 1878–1883 per jaar de gemiddelde achteruitgang geweest is.
id.	— 2.3	— 2.9	— 1.5	id.	
id.	— 3.0	— 2.8	— 2.8	id.	
id.	— 3.1	— 1.8	— 2.9	id.	
id.	— 3	— 1.1	— 2.8	id.	
		— 4.5		duinvoet	
		— 3.5		id.	
		— 2		id.	
		— 1.5		id.	
		— 0.5		id.	
		— 6.6		id.	
		— 3.6		id.	
		— 3		id.	
		— 0.7		id.	
		— 3.9		id.	
		— 3.1		id.	
		— 0.8		id.	
		+ 0 2		id.	
1898—1908	— 1.2	+ 0.2	+ 0.1	id.	
id.	— 2.5	— 1.5	— 1.2	id.	
id.	— 0.9	— 3.0	+ 0.4	id.	
id.	— 0.3	— 3.6	+ 1.0	id.	
id.	— 0.5	— 4.0	+ 0.8	id.	
id.	— 1.0	— 3.9	+ 0.3	id.	
id.	— 2.6	— 3.1	— 1.3	id.	
id.	— 3.0	— 3.4	— 3.0	id.	
1878—1883	— 1.8			id.	
id.	— 2.8			id.	
id.	— 3.2			id.	
id.	— 3.4			id.	
id.	— 3.8			id.	
id.	— 3.8			id.	
id.	— 4.0			id.	
id.	— 4.0			id.	
id.	— 3.8			id.	
id.	— 3.2			id.	
id.	— 3			id.	
id.	— 2.6			id.	
id.	— 2.4			id.	
id.	— 2.0			id.	
id.	— 1.6			id.	